



TUGAS AKHIR – TI 141501

**PENINGKATAN PERFORMANSI MELALUI
IMPLEMENTASI *LEAN & TECHNOLOGY ASSESSMENT***

SRI WAHYUNI

NRP 2512 100 014

Dosen Pembimbing

Yudha Prasetyawan, S. T., M. Eng.

JURUSAN TEKNIK INDUSTRI

Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2016



FINAL PROJECT – TI 141501

PERFORMANCE IMPROVEMENT THROUGH LEAN & TECHNOLOGY ASSESSMENT IMPLEMENTATION

SRI WAHYUNI

NRP 2512 100 014

SUPERVISOR

Yudha Prasetyawan, S. T., M. Eng.

DEPARTMENT OF INDUSTRIAL ENGINEERING

Faculty of Industrial Technology

Sepuluh Nopember Institute of Technology

Surabaya 2016

LEMBAR PENGESAHAN

PENINGKATAN PERFORMANSI MELALUI IMPLEMENTASI *LEAN & TECHNOLOGY ASSESSMENT*

TUGAS AKHIR

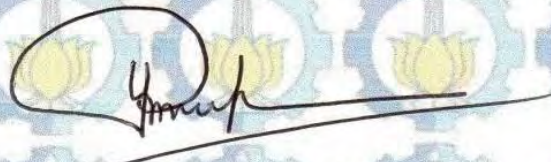
Diajukan Sebagai Persyaratan Penyelesaian Studi Strata Satu

Jurusan Teknik Industri
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya

Penulis:

SRI WAHYUNI
NRP. 2512 100 014

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir,
Surabaya, Januari 2016



Yudha Prasetyawan, S. T., M. Eng.
NIP. 1977 0523 2000 03 1002



PENINGKATAN PERFORMANSI MELALUI IMPLEMENTASI *LEAN & TECHNOLOGY ASSESSMENT*

Nama : Sri Wahyuni
NRP : 2512100014
Jurusan : Teknik Industri - ITS
Pembimbing : Yudha Prasetyawan, S. T., M. Eng.

ABSTRAK

Industri manufaktur saat ini dihadapkan pada tantang global yang meliputi efektifitas biaya, *lead time* dan kualitas. *Lean* sebagai filosofi perbaikan berkelanjutan dipercaya sebagai metode yang efektif dalam menjawab tantangan tersebut. PT. Barata Indonesia (Persero), dengan salah satu pabriknya yaitu pabrik *Foundry*, merupakan salah satu industri manufaktur Indonesia yang dihadapkan pada tantangan tersebut. Sejak tahun 2010, perusahaan telah mengimplementasikan *lean*, dengan *tool* yang digunakan adalah 5R dan Gemba, serta telah ada penelitian oleh akademisi. Namun, kurangnya komitmen perusahaan dan tidak adanya sistem pengukuran pada implementasi *lean* menyebabkan masih adanya pemborosan (*waste*) pada sistem produksi. Pemborosan yang terjadi meliputi *waiting* dan *defect*. Pemborosan *waiting* terjadi karena tingginya persentase *downtime*, yaitu sebesar 3.2% dari maksimal *downtime* 5%. Sedangkan pemborosan *defect* yang terjadi berupa *scrap* yang menimbulkan tingginya biaya produksi. Selain itu, tidak adanya *data sharing* menyebabkan sering terjadinya keterlambatan pengiriman (material maupun produk). Berdasarkan hasil *lean assessment* dengan metode *fuzzy logic* dan *lean assessment tool*, diketahui bahwa dimensi *lean* yang kritis adalah waktu dan sumber daya manusia dengan nilai *leanness* masing-masing sebesar 48.9486 dan 44.507-45.510 (skala 1-100). Sedangkan hasil *technology assessment* dengan *technometric* menunjukkan komponen *infoware* merupakan komponen kritis dengan nilai TCC sebesar 0.817. Analisis terhadap penyebab permasalahan dilakukan dengan menggunakan *root cause analysis*. Kemudian dilakukan penyusunan usulan perbaikan pada level operasional dan level strategis yang dibobotkan dengan menggunakan *analytical hierarchy process*. Perbaikan pada level operasional mampu meningkatkan OEE antara 5.913%-7.908%, nilai *leanness* dari 68.981 menjadi 70.910-71.817, nilai TCC dari 0.589 menjadi 0.598-0.605, dan penghematan biaya per bulan antara Rp 16,537,570.98 s/d Rp 22,140,074.49. Sedangkan perbaikan pada level strategis mampu meningkatkan OEE antara 6.841%-7.203%, nilai *leanness* dari 68.981 menjadi 71-245-73.115, nilai TCC dari 0.589 menjadi 0.611-0.617, dan penghematan biaya per bulan antara Rp 29,090,634.78 hingga Rp 42,874,130.16.

Kata Kunci: *Lean Assessment, Technology Assessment, Fuzzy Logic, Technometric, Root Cause Analysis (RCA), Analytical Hierarchy Process (AHP).*

PERFORMANCE IMPROVEMENT THROUGH LEAN & TECHNOLOGY ASSESSMENT IMPLEMENTATION

Name : Sri Wahyuni
Student ID : 2512100014
Major : Industrial Engineering - ITS
Supervisor : Yudha Prasetyawan, S. T., M. Eng.

ABSTRACT

Manufacturing Industry is currently faced with global challenge that include cost effectiveness, lead time, and quality. Lean as continuous improvement philosophy is considered as an effective method to answer the challenge. PT. Barata Indonesia (Persero), with one of its plants which is *Foundry Plant*, is one of Indonesia's manufacturing industry faced with those challenge. Since 2010, the company has implemented lean, by using 5R and Gemba as the tools and therea are some researchs by researchers. However, lack of company's commitment and lack of lean implementation measurement causing the existence of waste in its production system. The waste includes waiting and defect. Waiting waste occurs due to high percentage of downtime, which is 3.2% of maximum 5% downtime. While defect waste occurs in the form of scrap which lead to high production costs. In addition, company also does not have data sharing which caused frequent shipments delay (material and product). Based on lean assessment done by using fuzzy logic and lean assessment tool, it is known that critical lean dimensions are time and human resource to the leanness value respectively 48.9486 and 44.507-45.510 (scale of 1-100). While the result of technology assessment using technometric shows *infoware* component has the lowest coefficient contribution, 0.817. Analysis on the root cause is using root cause analysis. Followed by improvements proposal on operational and strategic level that are weighted using analytical hierarchy process. Improvements on the operational level can improve OEE between 5.913%-7.908%, leanness score from 68.981 become 70.910-71.817, TCC score from 0.589 become 0.598-0.605 and monthly cost savings between Rp 16,537,570.98 to Rp 22,140,074.49. While strategic level improvements can improve OEE between 6.841%-7.203%, leanness score from 68.981 become 71.245-73.115, TCC score from 0.589 become 0.611-0.617and monthly cost savings between Rp 29,090,634.78 to Rp 42,874,130.16.

Keywords: *Lean Assessment, Technology Assessment, Fuzzy Logic, Technometric, Root Cause Analysis (RCA), Analytical Hierarchy Process (AHP).*

KATA PENGANTAR

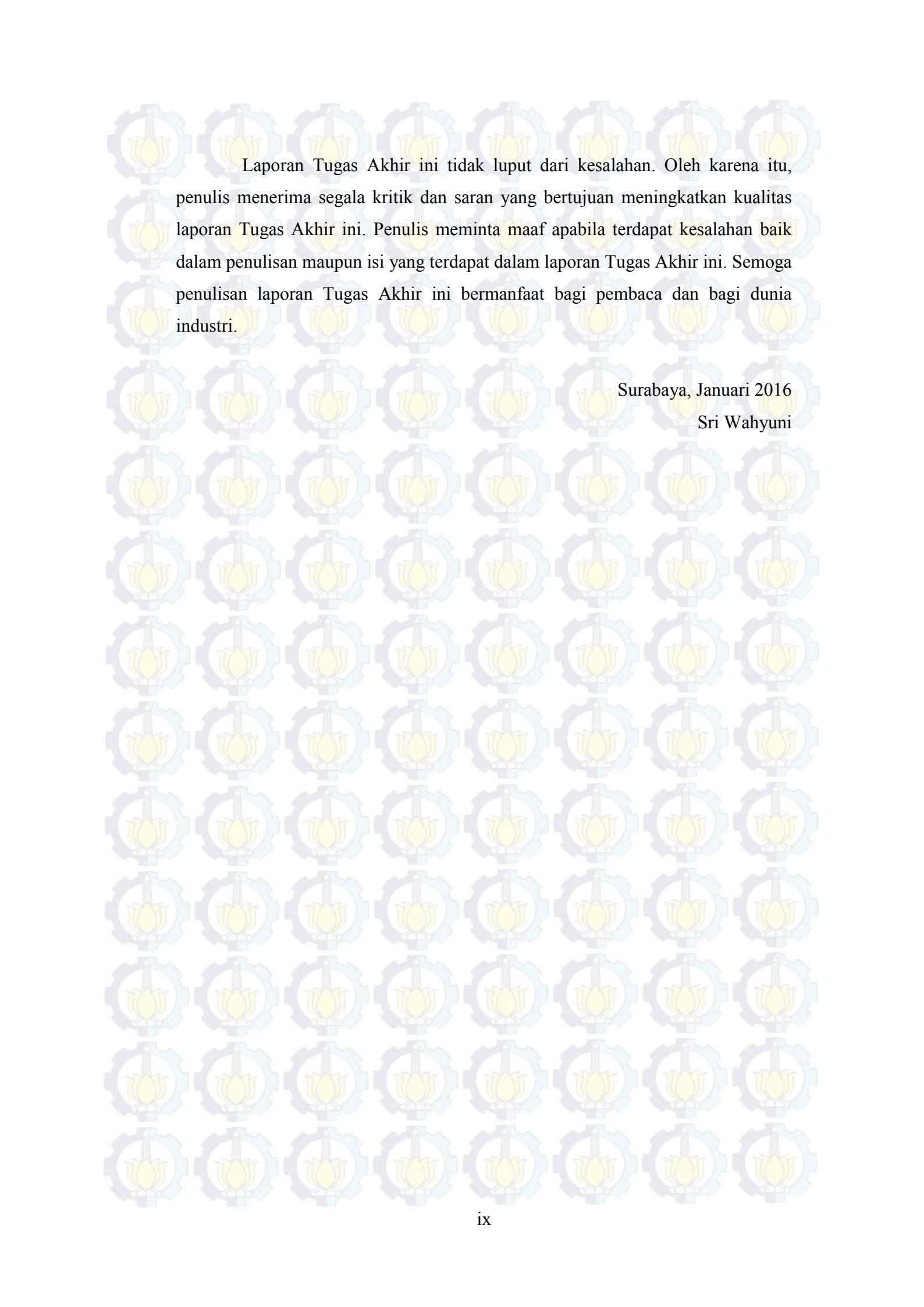
Puji syukur Alhamdulillah senantiasa penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena atas limpahan rahmat dan karunia-NYA penulis mampu menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini. Shalawat dan salam tidak lupa penulis haturkan kehariban Nabi Muhammad SAW.

Laporan Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan studi Strata-1 Jurusan Teknik Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Selama pelaksanaan dan penyusunan Laporan Tugas Akhir ini penulis telah menerima banyak bantuan, saran yang membangun, dukungan serta motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT, atas segala tuntunan, kesehatan, kemudahan dan keselamatan yang diberikan kepada penulis selama pelaksanaan dan penyusunan Laporan Tugas Akhir. Sehingga pelaksanaan dan penyusunan Laporan Tugas Akhir ini berjalan dengan lancar,
2. Keluarga tercinta, Bapak Suryani, Ibu Jumirah, Mas Yasipun, Gifani dan Lia yang selalu ada untuk penulis dan senantiasa memberikan do'a, dukungan dan motivasi yang luar biasa kepada penulis,
3. Bapak Yudha Prasetyawan, S. T., M. Eng, selaku dosen pembimbing Penelitian Tugas Akhir yang senantiasa memberikan arahan, bimbingan, petunjuk, dan motivasi sehingga penulis mampu menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik,
4. Bapak Nurhadi Siswanto, S. T., M. S. I. E., Ph. D, selaku Ketua Jurusan Teknik Industri ITS,
5. Bapak Yudha Andrian, S. T., MBA, selaku dosen koordinator Tugas Akhir.
6. Bapak Prof. DR. Ir. Udi Subakti Ciptomulyono, M. Eng. Sc, selaku dosen wali penulis yang senantiasa memberikan bimbingan dan nasihatnya selama penulis menempuh masa studi di Jurusan Teknik Industri ITS,
7. Ibu Putu Dana Karningsih, S. T., M. Eng. Sc., Ph. D dan Ibu Dewati Anggrahini, S. T., M. T, selaku dosen penguji siding Tugas Akhir yang

memberikan banyak kritik dan saran untuk memperbaiki laporan Tugas Akhir ini.

8. Bapak Hari, Bapak Qosim, Ibu Sukma, pihak manajemen dan segenap karyawan Pabrik *Foundry* PT. Barata Indonesia (Persero) yang telah memberikan pembelajaran serta kesempatan kepada penulis dalam pelaksanaan penelitian di perusahaan,
9. Sahabat, motivator, guru sekaligus keluarga: Ayu Tiarno dan Umi Tina, yang selalu siap mendengarkan curhat penulis, memberikan dukungan dan motivasi yang luar biasa untuk penulis selama pengerjaan Tugas Akhir,
10. Nurinda Khairina, sahabat seperjuangan bimbingan Tugas Akhir yang selalu siap untuk kompromi dan bertukar pikiran untuk keberlanjutan Tugas Akhir yang lebih baik,
11. Sahabat terbaik, Rahma, Ayu, Arum, Niken, Uswatun dan Maulida, yang selalu menyiapkan pundaknya untuk bersandar dan berbagi segala cerita,
12. Penghuni tetap Laboratorium Sistem Manufaktur: Riris, Viona, Intan, Tia, dan Wahyu, yang senantiasa saling menularkan semangat dan motivasinya, serta sepanjang hari menemani penulis mengerjakan Tugas Akhir.
13. Teman-teman Sismanity: Amir, Andrian, Youvita, Amani, Ryan, Lukman, Indra, Nanda, Agus, Sasando dan Imandio. Terima kasih atas dukungan, semangat, doa dan segala suka-dukannya selama penulis menjadi bagian dari Sismanity,
14. Teman-teman pejuang Wisuda 113 yang saling mendukung, memotivasi, menguatkan dan mendoakan satu sama lain,
15. Teman-teman Dikesma dan Kabinet HMTI ITS 2014/2015, yang telah memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis,
16. Keluarga besar KAVALERI, yang selalu memberikan informasi, dukungan, dan motivasi yang luar biasa kepada penulis serta menjadi keluarga yang begitu berharga selama penulis menempuh masa studi di Teknik Industri ITS dan selamanya,
17. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah membantu penulis dalam mengerjakan Tugas Akhir.



Laporan Tugas Akhir ini tidak luput dari kesalahan. Oleh karena itu, penulis menerima segala kritik dan saran yang bertujuan meningkatkan kualitas laporan Tugas Akhir ini. Penulis meminta maaf apabila terdapat kesalahan baik dalam penulisan maupun isi yang terdapat dalam laporan Tugas Akhir ini. Semoga penulisan laporan Tugas Akhir ini bermanfaat bagi pembaca dan bagi dunia industri.

Surabaya, Januari 2016

Sri Wahyuni

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xix
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	6
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.4 Manfaat Penelitian	7
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	7
1.5.1 Batasan	7
1.5.2 Asumsi	7
1.6 Sistematika Penelitian	7
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	11
2.1 <i>Lean Thinking</i>	11
2.1.1 Prinsip Kunci dari <i>Lean Thinking</i>	12
2.1.2 <i>Value Stream Mapping</i>	14
2.2 <i>Methodology Six Sigma</i>	18
2.3 <i>Lean Assessment</i>	19
2.3.1 <i>Quantitative Lean Assessment</i>	20
2.3.2 <i>Qualitative Lean Assessment</i>	26
2.4 <i>Fuzzy Logic</i>	30
2.5 <i>Brown-Gibson Method</i>	32
2.6 <i>Lean Radar Chart</i>	33
2.7 Konsep Teknologi	33
2.8 <i>Technology Management</i>	34

2.9	<i>Technometric Approach</i>	35
2.10	<i>Analytical Hierarchy Process (AHP)</i>	42
2.11	<i>Root Cause Analysis (RCA)</i>	44
2.12	<i>Critical Review</i>	46
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN		51
3.1	Tahap Identifikasi Awal.....	52
3.2	Tahap Pengumpulan Data	53
3.3	Tahap <i>Define</i>	53
3.4	Tahap <i>Measure</i>	54
3.5	Tahap <i>Analyze</i>	55
3.6	Tahap <i>Improve</i>	56
3.7	Tahap Penarikan Kesimpulan dan Saran	57
BAB 4 PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA.....		59
4.1	Tahap <i>Define</i>	59
4.1.1	Gambaran Umum Perusahaan	59
4.1.2	Gambaran Umum Pabrik <i>Foundry</i>	61
4.1.3	Evaluasi Penerapan <i>Lean</i> Pabrik <i>Foundry</i> PT. Barata Indonesia (Persero)	63
4.1.4	Penggambaran <i>Value Stream Mapping</i> Perusahaan	65
4.14.1	Aliran Informasi	65
4.14.2	Aliran Fisik/Material	66
4.14.3	VSM Pabrik <i>Foundry</i>	68
4.1.5	Identifikasi Dimensi dan Indikator <i>Lean Assessment</i>	70
4.1.5.1	<i>Quantitative Lean Assessment</i>	71
4.1.5.2	<i>Qualitative Lean Assessment</i>	77
4.1.6	Identifikasi Indikator <i>Technology Assessment</i>	77
4.1.6.1	Indikator <i>Technoware</i>	78
4.1.6.2	Indikator <i>Humanware</i>	79
4.1.6.3	Indikator <i>Infoware</i>	81
4.1.6.4	Indikator <i>Orgaware</i>	88
4.2	Tahap <i>Measure</i>	91
4.2.1	<i>Lean Assessment</i>	91

4.2.1.1	<i>Quantitative Lean Assessment</i>	92
4.2.1.2	<i>Qualitative Lean Assessment</i>	95
4.2.1.3	Kombinasi <i>Lean Assessment</i>	97
4.2.2	<i>Technology Assessment</i>	99
4.2.2.1	Tingkat Kecanggihan Teknologi	99
4.2.2.2	<i>State-of-the-Art</i>	102
4.2.2.3	Pembobotan Elemen Komponen Teknologi	106
4.2.2.4	Perhitungan Nilai <i>Technology Contribution Coefficient</i> (TCC)..	108
	108
BAB 5 ANALISIS DAN PENYUSUNAN RENCANA PERBAIKAN		113
5.1	Tahap <i>Analyze</i>	113
5.1.1	<i>Analisis Lean Assessment</i>	113
5.1.2	<i>Analisis Technology Assessment</i>	115
5.1.3	<i>Analisis Hubungan Lean Assessment dan Technology Assessment</i>	117
	117
5.1.4	Pembangunan <i>Root Cause Analysis</i> (RCA)	119
5.1.4.1	<i>RCA Lean Assessment</i>	119
5.1.4.2	<i>RCA Technology Assessment</i>	121
5.2	Tahap <i>Improve</i>	121
5.2.1	Identifikasi Usulan Rencana Perbaikan	122
5.2.2	Pembobotan Usulan Rencana Perbaikan.....	132
5.2.3	Peningkatan Performansi berdasarkan Rencana Perbaikan	134
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN		143
6.1	Kesimpulan.....	143
6.2	Saran	144
REFERENSI		145
LAMPIRAN.....		149

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Persentase <i>Downtime</i> periode Januari-September 2015 (sumber: Data Perusahaan)	5
Gambar 2.1 Simbol dalam <i>Big Picture Mapping</i> (Hines & Taylor, 2000)	15
Gambar 2.2 <i>Customer Requirement</i> (Hines & Taylor, 2000)	15
Gambar 2.3 <i>Information Flow</i> (Hines & Taylor, 2000)	16
Gambar 2.4 <i>Physical Flow</i> (Hines & Taylor, 2000)	17
Gambar 2.5 <i>Big Picture Mapping with All Flows</i> (Hines & Taylor, 2000)	17
Gambar 2.6 <i>Complete Big Picture Mapping</i> (Hines & Taylor, 2000)	18
Gambar 2.7 LAT's <i>Quantitative Performance Indicators</i> (Pakdil & Leonard, 2014)	21
Gambar 2.8 Indikator Performansi <i>Time Effectiveness</i> untuk <i>Quantitative Lean Assessment</i> (Pakdil & Leonard, 2014)	22
Gambar 2.10 Indikator Performansi <i>Process</i> untuk <i>Quantitative Lean Assessment</i> (Pakdil & Leonard, 2014)	23
Gambar 2.11 Indikator Performansi <i>Cost</i> untuk <i>Quantitative Lean Assessment</i> (Pakdil & Leonard, 2014)	24
Gambar 2.12 Indikator Performansi <i>Human Resources</i> untuk <i>Quantitative Lean Assessment</i> (Pakdil & Leonard, 2014)	24
Gambar 2.13 Indikator Performansi <i>Delivery</i> untuk <i>Quantitative Lean Assessment</i> (Pakdil & Leonard, 2014)	25
Gambar 2.14 Indikator Performansi <i>Customer</i> untuk <i>Quantitative Lean Assessment</i> (Pakdil & Leonard, 2014)	25
Gambar 2.15 Indikator Performansi <i>Inventory</i> untuk <i>Quantitative Lean Assessment</i> (Pakdil & Leonard, 2014)	26
Gambar 2.16 Indikator Performansi Kualitas untuk <i>Qualitative Lean Assessment</i> (Pakdil & Leonard, 2014)	27
Gambar 2.17 Indikator Performansi Pelanggan untuk <i>Qualitative Lean Assessment</i> (Pakdil & Leonard, 2014)	27

Gambar 2.18 Indikator Performansi Proses untuk <i>Qualitative Lean Assessment</i> (Pakdil & Leonard, 2014).....	28
Gambar 2.19 Indikator Performansi Sumber Daya Manusia untuk <i>Qualitative Lean Assessment</i> (Pakdil & Leonard, 2014).....	28
Gambar 2.20 Indikator Performansi Pengiriman untuk <i>Qualitative Lean Assessment</i> (Pakdil & Leonard, 2014).....	29
Gambar 2.21 <i>Lean Radar Chart</i> (Pakdil & Leonard, 2014).....	33
Gambar 2.22 THIO <i>Contribution Diagram</i>	42
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Metodologi Penelitian.....	51
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Metodologi Penelitian (Lanjutan)	52
Gambar 4.1 Struktur Organisasi PT. Barata Indonesia (Persero) (Data Perusahaan, 2014).....	61
Gambar 4.2 Nilai Jual Produk Januari-September 2015 (Data Perusahaan, 2015).....	62
Gambar 4.3 <i>Value Stream Mapping</i> Pabrik Foundry PT. Barata Indonesia (Persero)	69
Gambar 4.4 <i>Lean Radar Chart</i>	98
Gambar 4.5 Diagram THIO Perusahaan.....	109
Gambar 5.1 Hubungan Dimensi <i>Lean</i> dan Komponen Teknologi	117
Gambar 5.2 <i>Lean Radar Chart</i> vs THIO Diagram.....	118
Gambar 5.3 Papan Kendali Produksi.....	126
Gambar 5.4 Grafik Performansi Usulan Perbaikan Level Operasional.....	137
Gambar 5.5 Grafik Performansi Usulan Perbaikan Level Strategis.....	140
Gambar 5.6 Perbandingan <i>Lean Radar Chart</i>	141
Gambar 5.7 Perbandingan Diagram THIO.....	142

DAFTAR TABEL

Tabel 2.2 DMAIC <i>Problem Solving Process</i> Bagian 1.....	19
Tabel 2.3 DMAIC <i>Problem Solving Process</i> Bagian 2.....	19
Tabel 2.4 <i>State-of-the-art Degree of Sophistication</i>	37
Tabel 2.5 <i>State-of-the-Art Evaluation Criteria for Technoware</i>	38
Tabel 2.6 <i>State-of-the-art Evaluation Criteria for Humanware</i>	38
Tabel 2.7 <i>State-of-the-art Evaluation Criteria for Infoware</i>	39
Tabel 2.8 <i>State-of-the-art Evaluation Criteria for Orgaware</i>	39
Tabel 2.9 Skala Penilaian Perbandingan Berpasangan dalam AHP	43
Tabel 2.10 Perbedaan Penelitian ini dengan Penelitian Sebelumnya	50
Tabel 4.2 Hubungan Dimensi <i>Lean Assessment</i> dan Pemborosan.....	70
Tabel 4.2 Hubungan Dimensi <i>Lean Assessment</i> dan Pemborosan (Lanjutan).....	71
Tabel 4.3 Indikator Penilaian Dimensi Efektifitas Waktu	72
Tabel 4.4 Indikator Penilaian Dimensi Kualitas	72
Tabel 4.4 Indikator Penilaian Dimensi Kualitas (Lanjutan)	73
Tabel 4.5 Indikator Penilaian Dimensi Proses	73
Tabel 4.6 Indikator Penilaian Dimensi Biaya	74
Tabel 4.7 Indikator Penilaian Dimensi Sumber Daya Manusia	74
Tabel 4.7 Indikator Penilaian Dimensi Sumber Daya Manusia (Lanjutan)	75
Tabel 4.8 Indikator Penilaian Dimensi Pengiriman	75
Tabel 4.8 Indikator Penilaian Dimensi Pengiriman (Lanjutan)	76
Tabel 4.9 Indikator Penilaian Dimensi Pelanggan	76
Tabel 4.10 Indikator Penilaian Dimensi <i>Inventory</i>	77
Tabel 4.11 Indikator Komponen <i>Technoware</i>	78
Tabel 4.11 Indikator Komponen <i>Technoware</i> (Lanjutan).....	79
Tabel 4.12 Indikator Komponen <i>Humanware</i>	80
Tabel 4.13 Elemen dan Indikator Komponen <i>Humanware</i>	80
Tabel 4.13 Elemen dan Indikator Komponen <i>Humanware</i> (Lanjutan).....	81
Tabel 4.14 Elemen Komponen <i>Infoware</i>	81
Tabel 4.15 Indikator <i>Infoware</i> Atribut <i>Technoware</i>	82

Tabel 4.16 Indikator <i>Infoware</i> Operasional <i>Technoware</i>	82
Tabel 4.16 Indikator <i>Infoware</i> Operasional <i>Technoware</i> (Lanjutan)	83
Tabel 4.17 Indikator <i>Infoware</i> Perawatan <i>Technoware</i>	83
Tabel 4.17 Indikator <i>Infoware</i> Perawatan <i>Technoware</i> (Lanjutan)	84
Tabel 4.18 Indikator <i>Infoware</i> Perbaikan Performansi <i>Technoware</i>	84
Tabel 4.19 Indikator <i>Infoware</i> Desain <i>Technoware</i>	85
Tabel 4.20 Indikator <i>Infoware</i> sebagai Fondasi <i>Humanware</i>	85
Tabel 4.20 Indikator <i>Infoware</i> sebagai Fondasi <i>Humanware</i> (Lanjutan)	86
Tabel 4.21 Indikator <i>Infoware</i> Pendukung <i>Humanware</i>	86
Tabel 4.22 Indikator <i>Infoware</i> Pendukung <i>Orgaware</i>	87
Tabel 4.23 Indikator <i>Infoware</i> Pengembangan <i>Orgaware</i>	88
Tabel 4.24 Elemen Komponen <i>Humanware</i>	88
Tabel 4.25 Indikator <i>Orgaware</i> berhubungan dengan Organisasi Kerja	89
Tabel 4.26 Indikator <i>Orgaware</i> berhubungan dengan Fasilitas Kerja	90
Tabel 4.27 Indikator <i>Orgaware</i> berhubungan dengan Evaluasi Kerja	90
Tabel 4.27 Indikator <i>Orgaware</i> berhubungan dengan Evaluasi Kerja (Lanjutan)	91
Tabel 4.28 Indikator <i>Orgaware</i> berhubungan dengan Modifikasi Kerja	91
Tabel 4.29 Pemetaan Sumber Data dan Indikator Penilaian	92
Tabel 4.29 Pemetaan Sumber Data dan Indikator Penilaian (Lanjutan)	93
Tabel 4.30 Hasil Perhitungan <i>Quantitative Lean Assessment</i>	94
Tabel 4.30 Hasil Perhitungan <i>Quantitative Lean Assessment</i> (Lanjutan 1)	95
Tabel 4.31 Hasil Perhitungan <i>Qualitative Lean Assessment</i>	96
Tabel 4.32 Hasil Perhitungan Kombinasi Nilai <i>Leanness</i>	98
Tabel 4.33 Tingkat Kecanggihan Komponen <i>Technoware</i>	100
Tabel 4.34 Tingkat Kecanggihan Komponen <i>Humanware</i>	100
Tabel 4.35 Tingkat Kecanggihan Komponen <i>Infoware</i>	101
Tabel 4.36 Tingkat Kecanggihan Komponen <i>Orgaware</i>	101
Tabel 4.37 Nilai SOA Komponen <i>Technoware</i>	102
Tabel 4.37 Nilai SOA Komponen <i>Technoware</i> (Lanjutan)	103
Tabel 4.38 Nilai SOA Komponen <i>Humanware</i>	103
Tabel 4.39 Nilai SOA Komponen <i>Infoware</i>	104
Tabel 4.40 Nilai SOA Komponen <i>Orgaware</i>	105

Tabel 4.41 Bobot Komponen Teknologi.....	106
Tabel 4.42 Bobot Komponen <i>Technoware</i>	106
Tabel 4.43 Bobot Komponen <i>Humanware</i>	107
Tabel 4.44 Bobot Komponen <i>Infoware</i>	107
Tabel 4.45 Bobot Komponen <i>Orgaware</i>	108
Tabel 4.46 Hasil Perhitungan Nilai TCC	110
Tabel 4.46 Hasil Perhitungan Nilai TCC (Lanjutan)	111
Tabel 5.1 RCA <i>Lean Assessment</i>	120
Tabel 5.2 RCA <i>Technology Assessment</i>	121
Tabel 5.3 Rekapitulasi Hasil RCA	122
Tabel 5.4 Usulan Rencana Perbaikan.....	123
Tabel 5.5 Pemetaan Usulan Rencana Perbaikan dengan Permasalahan	124
Tabel 5.6 Kriteria Penilaian Usulan Perbaikan	132
Tabel 5.7 Bobot Usulan Rencana Perbaikan.....	132
Tabel 5.8 Pembobotan Usulan Rencana Perbaikan Level Strategis	133
Tabel 5.9 Pembobotan Usulan Rencana Perbaikan Level Operasional	134
Tabel 5.10 Peningkatan Kriteria Performansi Standardisasi Materi <i>Briefing</i>	135
Tabel 5.11 Peningkatan Kriteria Performansi Penyediaan Papan Kendali Produksi	136
Tabel 5.12 Kriteria Peningkatan Performansi Perbaikan Sistem <i>Reward & Punishment</i>	138
Tabel 5.13 Kriteria Peningkatan Performansi Perbaikan Sistem <i>Maintenance</i> ..	139
Tabel 5.14 Perbandingan Nilai <i>Leanness</i>	141
Tabel 5.15 Perbandingan Nilai TCC.....	142

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 1

PENDAHULUAN

Pada bab Pendahuluan ini akan dijelaskan mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan, manfaat, dan ruang lingkup penelitian serta sistematika penulisan yang digunakan dalam penelitian.

1.1 Latar Belakang

Perusahaan yang bergerak dalam bidang industri manufaktur saat ini dihadapkan pada peningkatan tantangan global yang berhubungan dengan efektifitas biaya, *lead time* dan kualitas dari sistem produksi (Haefner, et al., 2014). Tantangan ini mendorong industri yang bergerak di bidang manufaktur untuk dapat meningkatkan daya saing di pasar global. Metode dan prinsip *lean production* dipercaya menjadi *tools* dan teknik yang efektif untuk meningkatkan daya saing (Pakdil & Leonard, 2014). Filosofi yang digunakan dalam *lean* adalah pertumbuhan jangka panjang dengan menciptakan *value* bagi *customer*, masyarakat dan perusahaan, dengan tujuan untuk mereduksi biaya, memperbaiki waktu pengiriman dan meningkatkan kualitas melalui eliminasi *waste* secara keseluruhan (Wilson, 2010). Thangarajoo dan Smith (2015) mengatakan bahwa keuntungan implementasi *lean* menjadi salah satu pendorong perusahaan untuk mengimplementasikan *lean* pada sistem produksi. Hal ini didasarkan pada tingginya industri manufaktur di USA yang mengimplementasikan *lean*, yaitu sebesar 70%.

Lean merupakan filosofi yang membutuhkan komitmen untuk melakukan perbaikan secara terus-menerus (*continuous improvement*). Oleh karenanya, tidak semua perusahaan sukses dalam mengimplementasikan *lean*. Kegagalan implementasi *lean* tersebut dapat disebabkan oleh berbagai faktor. Pakdil dan Leonard (2014) dalam jurnalnya yang berjudul “*Criteria for A Lean Organization: Development of a Lean Assessment Tool*” menyebutkan bahwa implementasi *lean* yang tidak tepat menjadi salah satu penyebab dari kegagalan implementasi *lean*. Implementasi *lean* yang tidak tepat dapat berupa kesalahan analisis dan penentuan

sumber pemborosan, mengabaikan situasi perusahaan itu sendiri, pemilihan *tools* untuk eliminasi pemborosan yang tidak tepat, dan tidak menitikberatkan pada pemborosan yang kritis. Kegagalan implementasi *lean* dapat berdampak pada keuntungan finansial dan penghematan biaya yang lebih rendah dari yang diharapkan. Bechrozi dan Wong (2011) dalam jurnalnya yang berjudul “*Lean Performance Evaluation of Manufacturing Systems: A Dynamic and Innovative Approach*” mengatakan bahwa kurangnya pemahaman terhadap performansi *lean* dan pengukurannya menjadi suatu alasan yang signifikan terhadap gagalnya implementasi *lean*. Dengan kata lain, tidak mungkin mengelola *lean* tanpa mengukur performansinya. Hal ini dikarenakan konsep *continuous improvement* memerlukan sistem pengukuran performansi untuk dapat menentukan faktor atau indikator yang perlu diperbaiki.

Kesuksesan transformasi *lean* meliputi keseimbangan antara faktor manusia, proses dan teknologi (Ramakrishnan & Testani, 2012). Hal ini mengindikasikan bahwa faktor teknologi tidak dapat diabaikan dari implementasi *lean*. Penggunaan teknologi yang tepat dan memadai secara tidak langsung akan mendukung ketercapaian kesuksesan implementasi *lean* di perusahaan. Teknologi sebagai basis yang digunakan untuk meningkatkan daya saing perusahaan (Tjakraatmadja, 1997) merupakan salah satu strategi kunci dalam menjamin keberlanjutan perusahaan di tengah munculnya tantangan global (Watanabe, 2004). Kjellstrom (2000) dan Sudaryanto (2002) mengatakan bahwa perencanaan strategis terintegrasi yang berdasarkan pada keunggulan teknologi dapat menjadi kunci keberhasilan pengembangan bisnis di masa mendatang. Kesiapan komponen teknologi sebagai elemen perusahaan menjadi salah satu faktor pendukung implementasi *lean*, dimana *lean* dipandang sebagai suatu sistem yang mengakar pada budaya perusahaan. Oleh karenanya diperlukan manajemen teknologi yang terstruktur sebagai upaya untuk mendukung perbaikan berkelanjutan yang menjadi filosofi *lean*.

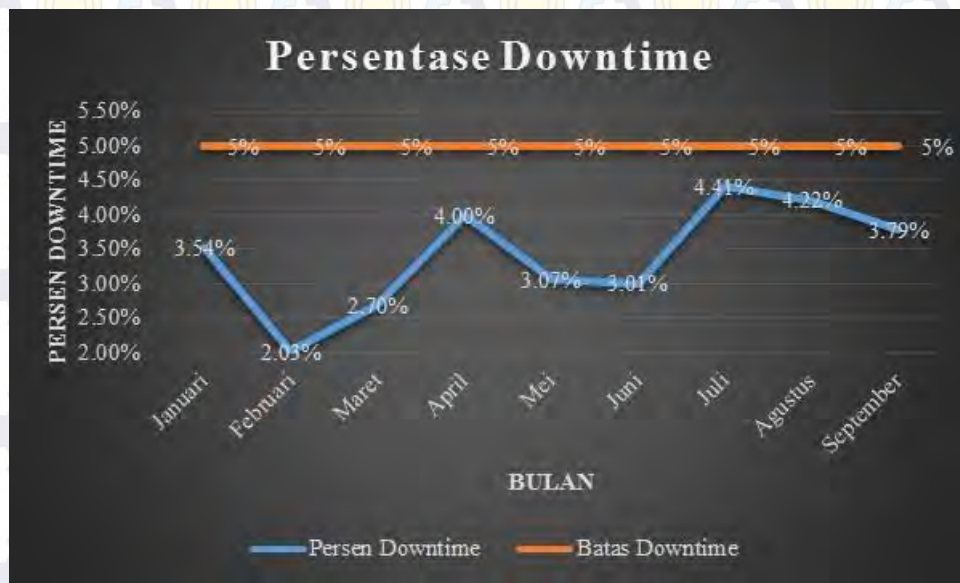
PT. Barata Indonesia (Persero) merupakan salah satu industri manufaktur yang cukup besar di Indonesia dan merupakan industri yang berada dalam naungan BUMN (Badan Usaha Milik Negara). Sejak tahun 2010, perusahaan berkomitmen dalam mengimplementasikan *lean* pada sistem bisnis yang dijalankan. Divisi

Industri yang menjadi *core process* dari perusahaan terdiri dari Pabrik *Foundry*, Pabrik Industri Berat dan Pabrik Agro. Sistem bisnis yang dijalankan oleh PT. Barata Indonesia (Persero) adalah *job order*, dimana kesepakatan *order* antara konsumen dengan perusahaan dituangkan dalam *order card*. Secara umum, *order card* berisi spesifikasi produk, spesifikasi proses, proses produksi yang diinginkan, jenis inspeksi yang diperlukan, nilai jual produk, penjadwalan pengiriman dan aspek operasional lain yang menjadi panduan dalam pemenuhan *order* oleh perusahaan.

Pabrik *Foundry* yang merupakan salah satu *plant* di PT. Barata Indonesia (Persero) memiliki kompleksitas sistem yang cukup tinggi dan implementasi *lean* yang kurang *progressive*. Menurut *expert* perusahaan, kompleksitas sistem pada Pabrik *Foundry* dapat dilihat dari proses kerja yang dijalankan, yaitu proses pengecoran dan proses permesinan. Implementasi *lean* pada *plant* ini dilakukan dengan *tools* 5R (Ringkas, Rapi, Resik, Rawat dan Rajin) dan Gemba (inspeksi langsung ke lapangan). Selain itu, telah dilakukan penelitian terkait dengan implementasi *lean* oleh akademisi. Penelitian yang dilakukan oleh Febriani (2010) berfokus pada eliminasi pemborosan yang berupa *defect* dengan mengimplementasikan *lean manufacturing*. Penelitian ini menggunakan Boogie sebagai objek penelitian. Penelitian pada bidang dan objek yang sama juga dilakukan oleh Fitri (2013) dengan mengimplementasikan *lean manufacturing* sebagai upaya untuk mengeliminasi pemborosan berupa *defect* dan *waiting*. Rekomendasi-rekomendasi penelitian yang kurang dioptimalkan penerapannya inilah yang menyebabkan *progress* implementasi *lean* di Pabrik *Foundry* kurang *progressive*. Berdasarkan pengamatan dan diskusi dengan pihak *expert* perusahaan, ringkasan rekomendasi dari kedua penelitian yang kurang optimal dan/atau belum diterapkan meliputi tidak adanya *checklist* kualitas material yang masuk yang berpengaruh pada kualitas produk akhir, tidak adanya *training* dan masa percobaan tenaga kerja langsung yang dapat menyebabkan terjadinya kesalahan kerja, tidak adanya sosialisasi kualitas yang menyebabkan kurangnya pemahaman tenaga kerja terhadap pentingnya kualitas bagi performansi perusahaan, kapasitas produksi tidak dioptimalkan sehingga sering terjadi *delay* pada rantai produksi, serta tidak adanya

alat bantu penataan yang dapat menyebabkan produk cacat karena adanya gesekan antar produk.

Menurut pihak *expert* perusahaan, kunci kesuksesan implementasi *lean* yang kurang diperhatikan dan kurangnya komitmen perusahaan menjadi salah satu penyebab belum optimalnya implementasi *lean manufacturing* pada Pabrik *Foundry*. Salah satu kunci sukses yang kurang diperhatikan adalah tidak adanya sistem pengukuran terhadap implementasi *lean*. Sehingga perbaikan yang dilakukan tidak berfokus pada faktor kritis yang mempengaruhi performansi perusahaan. Hal ini terlihat dari adanya pemborosan (*waste*) pada rantai produksi. Pemborosan merupakan segala sesuatu yang tidak memiliki nilai tambah, baik dari perspektif konsumen maupun perusahaan. Pemborosan yang terjadi meliputi *waiting* dan *defect*. Pemborosan *waiting* dapat dilihat dari tingginya rata-rata persentasi *downtime* per bulan, dimana rata-rata persentasi *downtime* selama periode Januari-September 2015 mencapai 3.2% dan hampir mendekati persentasi *downtime* yang diijinkan oleh perusahaan, yaitu 5% (Gambar 1.1). Aktivitas *waiting* yang tinggi dapat berakibat pada *loss production* karena mesin tidak dapat beroperasi dan menghasilkan produk selama periode *downtime*. Pemborosan *defect* yang terjadi berupa produk afkir, yaitu produk yang tidak dapat diproses ulang maupun diperbaiki. Adanya produk *defect* berakibat pada tingginya biaya produksi yang ditanggung oleh perusahaan, dimana rasio antara biaya untuk produk cacat dengan total biaya produksi mencapai 0.81%.



Gambar 1.1 Persentase *Downtime* periode Januari-September 2015 (sumber: Data Perusahaan)

Kurang optimalnya manajemen teknologi sebagai salah satu elemen *lean* turut mendorong timbulnya pemborosan di rantai produksi. Komponen teknologi yang meliputi komponen *technoware*, komponen *humanware*, komponen *infoware* dan komponen *orgaware* perlu dikelola secara optimal dan seimbang untuk mendukung kesiapan elemen perusahaan secara keseluruhan dalam upaya implementasi *lean* dan mengurangi adanya pemborosan. Komponen *technoware* yang merupakan sistem transformasi material yang digunakan oleh perusahaan pada dasarnya memiliki kapasitas dan kapabilitas proses tertentu untuk dapat menghasilkan produk sesuai dengan spesifikasi. Kurangnya efisiensi peralatan produksi dan tidak seimbangnya lini produksi yang digunakan dapat menyebabkan munculnya pemborosan di perusahaan. Efisiensi peralatan ini dapat terlihat dari besarnya *overall equipment effectiveness* (OEE) perusahaan yang rendah, yaitu sebesar 0.589 atau 58.9%.

Komponen *infoware* menjadi komponen krusial yang perlu diperhatikan perusahaan. Hal ini dikarenakan komponen *infoware* tidak hanya mencakup level operasional, melainkan juga mencakup level korporat (strategis). Tidak tersedianya *data sharing* menjadi indikasi kurangnya manajemen komponen *infoware* perusahaan. Permasalahan ini menyebabkan penyebaran informasi lama, aliran informasi panjang dan terjadi miskomunikasi antar departemen maupun antar

divisi. Permasalahan ini seringkali menimbulkan keterlambatan pengiriman, baik pengiriman material maupun pengiriman produk. Keterlambatan pengiriman material dapat menghambat proses produksi yang dilakukan, dimana produksi tidak dapat beroperasi tanpa adanya material. Sedangkan keterlambatan pengiriman produk dapat menurunkan kepercayaan maupun kepuasan konsumen terhadap performansi perusahaan.

Permasalahan-permasalahan tersebut mengindikasikan bahwa perusahaan perlu melakukan perbaikan pada sistem bisnis yang dijalankan. Perbaikan pada sistem bisnis perusahaan dapat dilakukan ketika perusahaan mengetahui tingkat implementasi *lean* dan kandungan teknologi yang digunakan sebagai dasar dalam penentuan faktor kritis yang perlu diperbaiki. Oleh karena itu, perlu dilakukan *assessment* terhadap implementasi *lean* dan kandungan teknologi untuk dapat mengetahui faktor kritis sebagai upaya untuk melakukan perbaikan pada sistem perusahaan.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, perumusan masalah yang digunakan dalam penelitian ini adalah bagaimana menilai implementasi *lean* dan kandungan teknologi untuk meningkatkan performansi Pabrik *Foundry* PT. Barata Indonesia (Persero).

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian Tugas Akhir ini antara lain:

1. Mengidentifikasi dimensi *lean assessment* yang kritis berdasarkan hasil *assessment*,
2. Mengidentifikasi komponen teknologi yang kritis berdasarkan nilai *Technology Contribution Coefficient* (TCC),
3. Mengetahui akar penyebab permasalahan terhadap dimensi *lean* dan komponen teknologi yang kritis,
4. Menyusun rencana perbaikan berdasarkan akar penyebab permasalahan.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari pelaksanaan penelitian ini antara lain:

1. Perusahaan mendapat usulan rencana perbaikan berdasarkan faktor kritis yang terjadi,
2. Perusahaan mendapat pedoman dalam melakukan *assessment*, baik *assessment* terhadap implementasi *lean* maupun *assessment* terhadap teknologi yang digunakan pada sistem bisnis.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini dibagi menjadi batasan dan asumsi sebagai berikut:

1.5.1 Batasan

Batasan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

1. *Lean assessment* secara kualitatif tidak dilakukan pada dimensi efektivitas waktu, biaya dan *inventory*,
2. Penelitian dilakukan hingga fase *improvement* dan tidak dilakukan implementasi atau fase *control*,
3. Batasan yang belum ditentukan akan dijelaskan pada bab selanjutnya.

1.5.2 Asumsi

Asumsi yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

1. Tidak terjadi perubahan kebijakan perusahaan selama dilakukan penelitian, termasuk sistem produksi yang digunakan,
2. Data yang diambil dapat merepresentasikan kondisi *real* di lapangan,
3. Asumsi yang belum ditentukan akan dijelaskan pada bab selanjutnya.

1.6 Sistematika Penelitian

Penulisan laporan penelitian Tugas Akhir ini dibagi menjadi beberapa bab. Pada setiap bab akan dibahas mengenai penelitian Tugas Akhir ini secara sistematis dan berkesinambungan sesuai dengan urutan kegiatan yang dilakukan penulis untuk melakukan analisis dan penyelesaian terhadap permasalahan yang digunakan dalam

penelitian. Sistematika penulisan yang digunakan dalam penelitian Tugas Akhir ini antara lain:

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab Pendahuluan akan membahas tentang latar belakang penelitian, perumusan masalah, tujuan, manfaat dan ruang lingkup penelitian yang terdiri dari batasan dan asumsi yang digunakan dalam penelitian, serta sistematika penulisan laporan yang digunakan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab Tinjauan Pustaka membahas mengenai teori-teori yang digunakan sebagai acuan pendukung dalam pengerjaan penelitian Tugas Akhir. Pembahasan teori tersebut bertujuan untuk memberikan gambaran konsep yang digunakan dalam melakukan penelitian Tugas Akhir ini kepada pembaca. Teori-teori yang digunakan bersumber dari berbagai literatur, artikel, jurnal, penelitian sebelumnya dan lain-lain. Tinjauan pustaka yang digunakan dalam penelitian ini meliputi evaluasi implementasi *lean* pada Pabrik *Foundry* PT. Barata Indonesia (Persero), *lean thinking*, prinsip kunci *lean thinking*, *value stream mapping*, *methodology six sigma*, *lean assessment*, *fuzzy logic*, *Brown-Gibson Method*, *lean radar chart*, konsep teknologi, *technology management*, *technometric approach*, *analytical hierarchy process* (AHP), dan *root cause analysis* (RCA).

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab Metodologi Penelitian ini akan dijelaskan mengenai metodologi yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian Tugas Akhir ini. Metodologi yang digunakan tersebut menggambarkan alur pengerjaan penelitian dan kerangka berpikir yang digunakan penulis dalam melaksanakan penelitian Tugas Akhir.

BAB 4 PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab Pengumpulan dan Pengolahan Data akan dijelaskan dan diimplemtasikan metodologi pengumpulan dan pengolahan data yang digunakan dalam penelitian. Pada bab ini akan dijelaskan secara sistematis dan detail terhadap

pengumpulan dan pengolahan data serta hasil yang diperoleh sesuai dengan tujuan penelitian yang telah didefinisikan.

BAB 5 ANALISIS DAN PENYUSUNAN RENCANA PERBAIKAN

Pada bab Analisis dan Penyusunan Rencana Perbaikan ini dijelaskan mengenai analisis terhadap hasil pengolahan data yang telah dilakukan pada Bab Pengumpulan dan Pengolahan Data. Selanjutnya dilakukan penyusunan rencana perbaikan berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan sebelumnya.

BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab Kesimpulan dan Saran akan dijelaskan kesimpulan yang dapat diambil penulis dari hasil penelitian Tugas Akhir yang telah dilakukan dan saran atau rekomendasi untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab Tinjauan Pustaka ini akan dijelaskan mengenai teori-teori yang digunakan dalam penelitian yang meliputi *lean thinking*, prinsip kunci *lean thinking*, *value stream mapping*, *methodology six sigma*, *lean assessment*, *fuzzy logic*, *Brown-Gibson Method*, *lean radar chart*, konsep teknologi, *technology management*, *technometric approach*, *analytical hierarchy process* (AHP), *root cause analysis* (RCA) dan *critical review*.

2.1 *Lean Thinking*

Lean merupakan sebuah metode dan konsep pemikiran yang mempunyai tujuan untuk memaksimalkan *customer value* dengan meminimalkan penggunaan sumber daya yang ada. *Lean* berusaha untuk mengoptimalkan aliran produk di sepanjang *value stream* dari perusahaan hingga ke konsumen. Di setiap aliran proses pasti akan terjadi *waste*. Untuk itu, *lean* akan mengeliminasi *waste* yang timbul di sepanjang proses. *Lean* menciptakan proses yang membutuhkan sumber daya lebih sedikit, mulai dari sumber daya manusia, biaya, dan juga waktu proses (Hines & Taylor, 2000). Womack dan Jones, dalam bukunya yang berjudul “*Lean Thinking : Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*” mendefinisikan *lean thinking* sebagai “*way to specify value, line up value creating actions in the best sequence, conduct these activities without interruption whenever someone requests them, and perform them more and more effectively*” (Womack & Jones, 1996).

Lean merupakan sebuah filosofi yang banyak digunakan oleh perusahaan untuk meningkatkan daya saingnya. Menurut James Martin dalam bukunya yang berjudul “*Lean Six Sigma for Supply Chain*”, *lean* memberikan beberapa keuntungan sesuai Tabel 2.1 berikut:

Tabel 2.1 Keuntungan *Lean*

<i>Category</i>	<i>Improvement</i>
<i>Process Development</i>	25% - 75%
<i>Labor</i>	15% - 50%
<i>Floor Space</i>	25% - 50%
<i>Error</i>	25% - 90%
<i>Excess Capacity</i>	25% - 75%
<i>Throughput Time</i>	25% - 95%
<i>Delivery time</i>	25% - 75%

(Martin, 2007)

2.1.1 Prinsip Kunci dari *Lean Thinking*

Implementasi *lean* pada suatu bisnis dapat dilakukan secara optimal dengan mengimplementasikan prinsip-prinsip yang menjadi kunci sukses implementasi *lean*. Prinsip kunci inilah yang menjadi dasar bagi suatu perusahaan untuk menentukan kebijakan berdasarkan filosofi *lean* pada sistem bisnisnya. Menurut Thangarajoo & Smith (2015), prinsip kunci dari *lean thinking* meliputi:

1. Mendefinisikan *value* dari perspektif konsumen

Prinsip pertama ini mendorong perusahaan untuk mengevaluasi dan mempertimbangan kembali siapa *customer* mereka dan apa yang dianggap *value* oleh *customer*. Prinsip ini menekankan pada pendefinisian *value* dari sudut pandang *customer*, karena *customer* yang akan menentukan *value* dari suatu produk atau jasa.

2. Mengidentifikasi *value stream*

Womack and Jones mendefinisikan *value stream* sebagai sekumpulan tindakan spesifik yang dibutuhkan untuk menciptakan produk tertentu melalui tiga tugas manajemen kritis dari suatu unit bisnis. Ketiga tugas manajemen kritis tersebut antara lain:

- a. Tugas Penyelesaian Masalah

Tugas ini meliputi proses kerja yang dilakukan dan menemukan solusi dari isu atau masalah yang muncul, mulai dari pembuatan desain konseptual hingga peluncuran produk.

b. Tugas Manajemen Informasi

Tugas ini terkait dengan organisasi dan koordinasi dari informasi yang berhubungan dengan proses pemesanan hingga pengiriman produk kepada *customer*.

c. Tugas Transformasi Fisik

Tugas ini berkaitan langsung dengan akuisisi dari material dan transformasi material menjadi produk jadi dan pengiriman produk tersebut ke tangan *customer*.

Identifikasi *value stream* dapat dilakukan dengan menggunakan *tool value stream mapping*, yaitu suatu diagram aliran proses yang mengidentifikasi aktivitas spesifik dalam melakukan kerja hingga operasi selanjutnya. Identifikasi terhadap *value stream* dapat mendorong suatu organisasi atau perusahaan untuk melakukan beberapa hal berikut:

- a. Mereview dan mengidentifikasi keseluruhan aktivitas yang berkaitan dengan pembuatan suatu produk
- b. Menentukan aktivitas-aktivitas yang bernilai tambah
- c. Mengeliminasi aktivitas yang teridentifikasi sebagai *waste* pada *value stream*

3. Menggambarkan *value flow*

Prinsip ketiga dari *lean thinking* adalah pendahuluan dari aliran pada proses yang *value-added* yang tersisa setelah mengeliminasi *waste* pada *value stream*. Konsep dasar dari *flow* adalah untuk menciptakan *part* secara ideal satu unit dalam sekali waktu dari material menjadi produk jadi dan memindahkannya satu demi satu pada area kerja selanjutnya tanpa adanya waktu tunggu antar stasiun kerja.

4. Implementasi *pull based production*

Prinsip selanjutnya adalah *pull based production*, dimana prinsip ini digunakan untuk memastikan *customer* menerima produk atau jasa ketika mereka menginginkannya.

5. *Strive for perfection continuously*

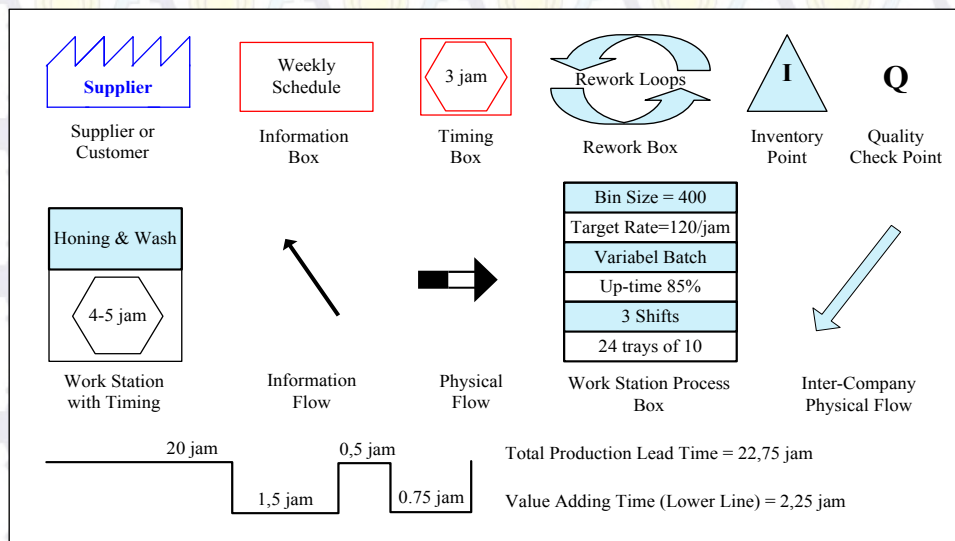
Prinsip ini mendorong perusahaan untuk terus melakukan perbaikan untuk mencapai kesempurnaan pada sistem bisnis yang dijalankan. Dorongan ini muncul dari implementasi keempat prinsip *lean thinking*, dimana transparansi *value stream* meningkat.

2.1.2 *Value Stream Mapping*

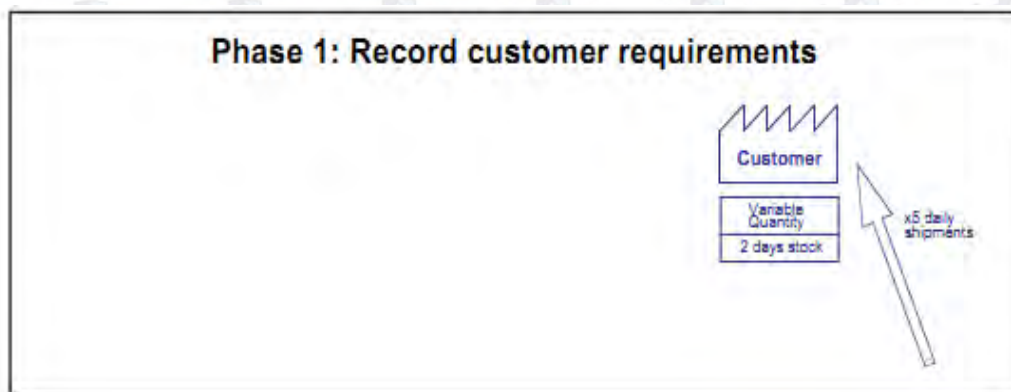
Value stream mapping (VSM) merupakan salah satu prinsip kunci yang digunakan dalam *lean thinking*. *Value stream* dapat didefinisikan sebagai kumpulan aktivitas (*value added* dan *non-value added*) yang dioperasikan untuk memproduksi suatu produk atau jasa atau kombinasi dari keduanya untuk *customer* (Hamad, et al., 2012). Teknik VSM mendemonstrasikan aliran material dan informasi, memetakan aktivitas yang *value added* dan *non-value added*, serta memberikan informasi terkait performansi yang berdasarkan waktu. VSM merupakan salah satu *tool* dalam konsep *lean* yang efektif digunakan untuk mengidentifikasi adanya *waste* pada suatu perusahaan. Namun, kemampuannya yang hanya mampu menyajikan gambar statis dari suatu perusahaan menjadi kelemahan dari VSM (Paranitharan, et al., 2015). Menurut Hines dan Taylor (2000), *big picture mapping* merupakan sebuah *tool* yang dikembangkan dari *value stream mapping*. *Big picture mapping* berfungsi untuk mengidentifikasi dimana terdapat *waste*, serta mengetahui keterkaitan antara aliran informasi dan aliran material. Penggambaran aliran informasi dan aliran material dengan menggunakan *big picture mapping* dilakukan berdasarkan simbol-simbol tertentu sesuai Gambar 2.1. Penggambaran *big picture mapping* dilakukan dengan menerapkan lima fase penyusunan *big picture mapping* (Hines & Taylor, 2000). Berikut merupakan penjelasan tiap fase yang dimaksudkan.

1. Fase 1: *Customer Requirement*

Fase pertama pada proses penggambaran *big picture mapping* adalah mengidentifikasi jumlah dan jenis produk yang diinginkan oleh *customer*, kapan produk tersebut dibutuhkan, kapasitas dan frekuensi pengiriman, serta jumlah persediaan yang perlu disimpan untuk kebutuhan *customer* (Gambar 2.2).



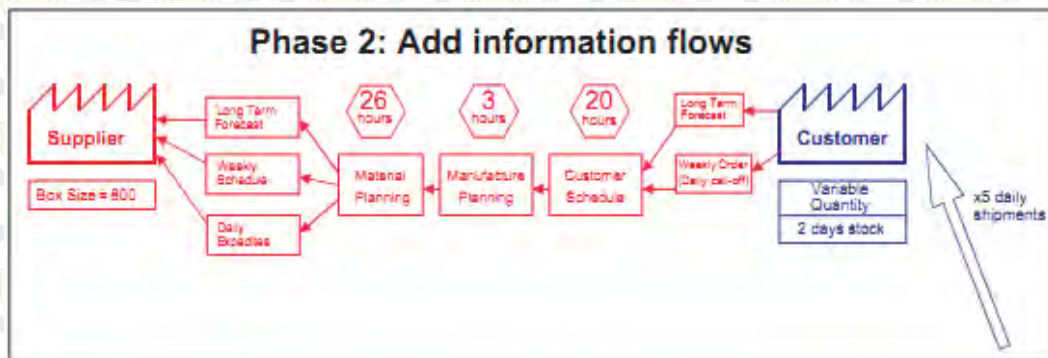
Gambar 2.1 Simbol dalam *Big Picture Mapping* (Hines & Taylor, 2000)



Gambar 2.2 Customer Requirement (Hines & Taylor, 2000)

2. Fase 2: *Information Flow*

Fase kedua pada penggambaran *big picture mapping* adalah *information flow*, yaitu menggambarkan aliran informasi dari *supplier* ke *customer*. Hal-hal yang perlu digambarkan pada *information flow* meliputi *forecast demand*, informasi pembatalan *order*, departemen yang memberikan informasi ke perusahaan, lama informasi muncul hingga diproses, informasi yang disampaikan ke *supplier* serta persyaratan *order* yang perlu disepakati. Berikut 2.3 berikut merupakan penggambaran *information flow* pada *big picture mapping*.



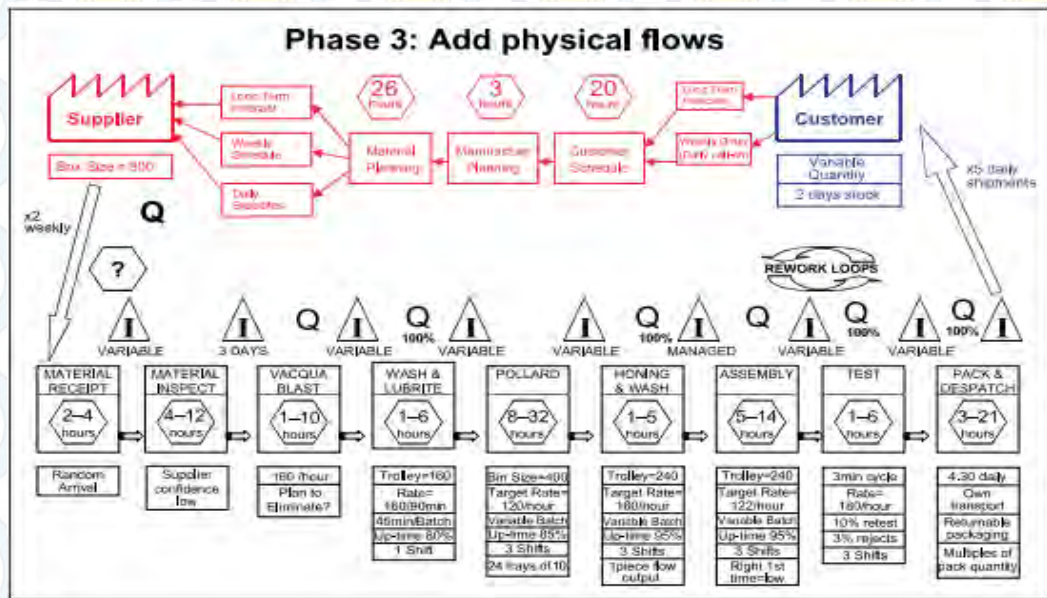
Gambar 2.3 Information Flow (Hines & Taylor, 2000)

3. Fase 3: *Physical Flow*

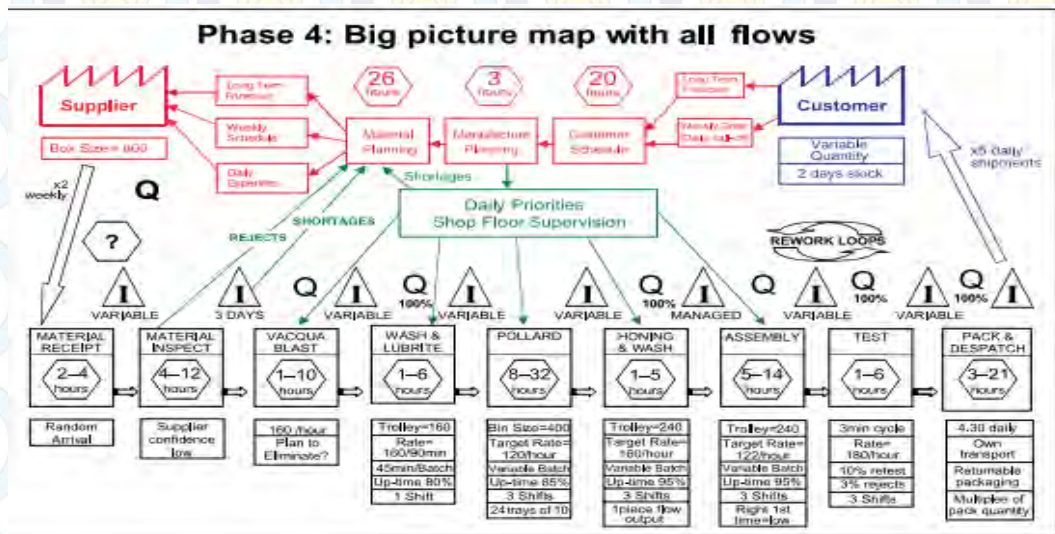
Fase ketiga pada penggambaran *big picture mapping* adalah menggambarkan *physical flow*, yaitu aliran fisik produk mulai dari material hingga menjadi produk akhir yang memiliki nilai tambah. Hal-hal yang perlu dicantumkan pada penggambaran *physical flow* meliputi informasi jenis produk, jumlah produk sesuai *demand*, waktu yang dibutuhkan untuk memproses material menjadi produk jadi, serta informasi yang berhubungan dengan material seperti jumlah *supplier* dan sebagainya. Selain itu, perlu ditambahkan informasi yang diperlukan oleh internal perusahaan yang meliputi jumlah *inventory* di gudang, titik kebutuhan inspeksi dan jumlah cacatnya, waktu siklus, titik adanya *bottleneck*, waktu operasi tiap stasiun kerja, serta jumlah tenaga kerja yang diperlukan pada setiap stasiun kerja. Penggambaran *physical flow* pada *big picture mapping* dapat dilihat pada Gambar 2.4.

4. Fase 4: *Linking Physical and Information Flow*

Fase berikutnya pada penggambaran *big picture mapping* adalah menggabungkan antara *physical flow* dan *information flow*. Penggabungan kedua aliran tersebut dapat dilakukan dengan bantuan anak panah yang berisi informasi penjadwalan yang digunakan, instruksi kerja dan sumber informasi yang dialirkan. Penggabungan aliran fisik dan aliran informasi pada *big picture mapping* dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.4 Physical Flow (Hines & Taylor, 2000)

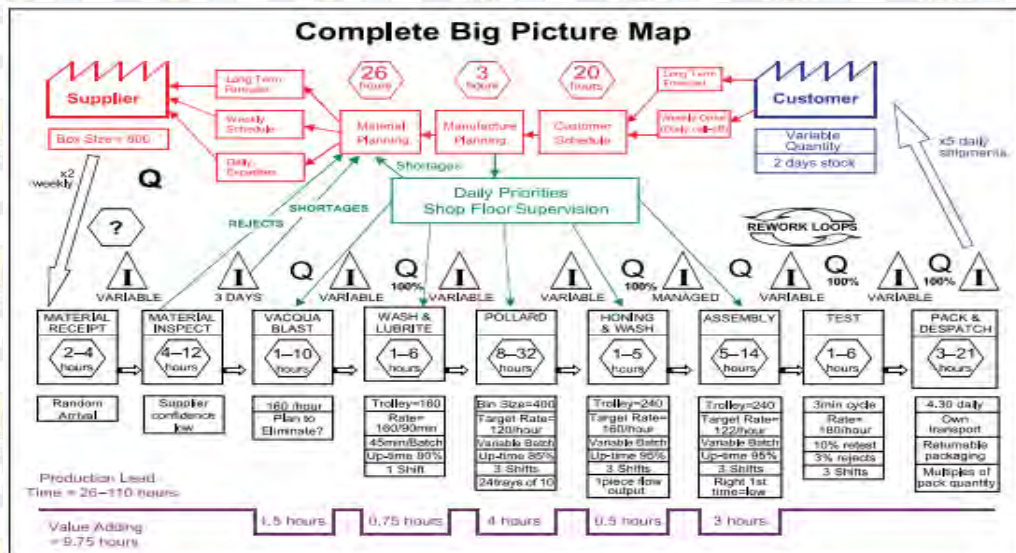


Gambar 2.5 Big Picture Mapping with All Flows (Hines & Taylor, 2000)

5. Fase 5: Complete Map

Fase terakhir dalam penggambaran *big picture mapping* adalah melengkapi aliran fisik dan aliran informasi yang telah digabungkan pada fase sebelumnya dengan keterangan *lead time* dan *value added time* pada prosesnya (sesuai Gambar 2.6). *Value added time* adalah total waktu yang dibutuhkan untuk melakukan proses yang tergolong *value added activity*. Sedangkan *Lead time*

didefinisikan sebagai total waktu yang dibutuhkan untuk memproses *part* atau produk melalui *plant* (Groover, 2000).



Gambar 2.6 Complete Big Picture Mapping (Hines & Taylor, 2000)

2.2 Methodology Six Sigma

Six Sigma merupakan sebuah metodologi yang dapat digunakan oleh perusahaan untuk meningkatkan kapabilitas proses bisnisnya. Berdasarkan konsep *six sigma*, proses merupakan unit dasar yang dapat digunakan untuk melakukan *improvement*. Metodologi *six sigma* dapat diaplikasikan tidak hanya pada kualitas produk, namun juga pada setiap aspek operasi bisnis dengan melakukan *improvement* pada proses yang kritis atau proses kunci. Kemampuan inilah yang menjadi pembeda dasar antara *six sigma* dengan metode kualitatif lain (Yang & El-Haik, 2003). Metodologi yang digunakan dalam *six sigma* terdiri dari dua model, yaitu DMADV dan DMAIC. DMADV merupakan akronim dari *define, measure, analyze, design* dan *verify*. DMADV dikembangkan untuk membangun sebuah produk atau proses baru pada perusahaan. Sedangkan DMAIC merupakan akronim dari *define, measure, analyze, improve*, dan *control*. DMAIC dikembangkan untuk melakukan *improvement* terhadap proses bisnis yang sudah ada. Metodologi yang digunakan dalam penelitian Tugas Akhir ini dikembangkan dengan berdasar pada *framework* DMAIC. Hal ini dikarenakan *framework* DMAIC merupakan prosedur

penyelesaian permasalahan yang terstruktur dan digunakan secara luas pada *improvement* proses maupun kualitas (Montgomery, 2009). Tabel 2.2 dan Tabel 2.3 berikut merupakan diagram proses penyelesaian permasalahan dengan menggunakan DMAIC.

Tabel 2.2 DMAIC Problem Solving Process Bagian 1

<i>Phase</i>	<i>Define</i>	<i>Measure</i>	<i>Analyze</i>
	<i>Define opportunities</i>	<i>Measure performance</i>	<i>Analyze opportunity</i>
Objectives	<i>Identify and/or validate the business improvement opportunity</i>	<i>Determine what to measure</i>	<i>Analyze data to understand reasons for variation and identify potential root cause</i>
	<i>Define critical customer requirements</i>	<i>Manage measurement data collection</i>	<i>Determine process capability, throughput, cycle time</i>
	<i>Document (map) processess</i>	<i>Develop and validate measurement systems</i>	<i>Formulate, investigate and verify root cause hypotheses</i>
	<i>Establish project charter, build team</i>	<i>Determine sigma performance level</i>	

(Montgomery, 2009)

Tabel 2.3 DMAIC Problem Solving Process Bagian 2

<i>Phase</i>	<i>Improve</i>	<i>Control</i>
	<i>Improve performance</i>	<i>Control performance</i>
Objectives	<i>Generate and quantify potential solutions</i>	<i>Develop ongoing process management plans</i>
	<i>Evaluate and select final solution</i>	<i>Mistake-proof process</i>
	<i>Verify and gain approval for final solution</i>	<i>Monitor and control critical process</i>
		<i>Develop out of control action plans</i>

(Montgomery, 2009)

2.3 Lean Assessment

Lean assessment merupakan langkah pertama dari keseluruhan kerangka implementasi *lean* yang akan dilakukan. Tujuan dari *lean assessment* adalah untuk mendefinisikan *leanness level* saat ini dari suatu organisasi (Almomani, et al., 2014). *Lean assessment* memberikan kesempatan kepada perusahaan untuk

melakukan *benchmark* terhadap kondisi perusahaan itu sendiri terhadap “*best in class*” dari standar *lean*. Matriks yang digunakan dalam *lean assessment* setidaknya memiliki beberapa karakteristik dasar sebagai berikut:

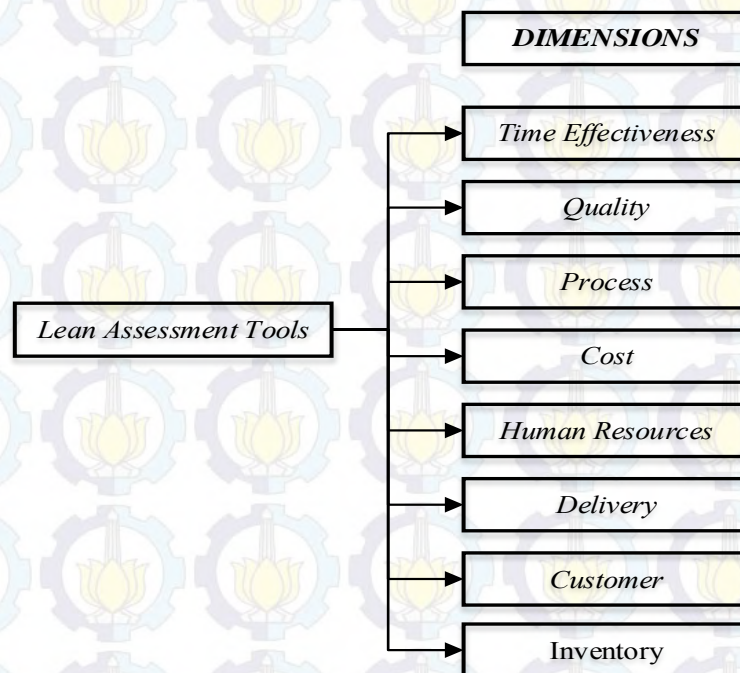
1. Terukur dan selaras dengan strategi objektif perusahaan dan *customer value*
2. Memungkinkan kontrol dan evaluasi kinerja
3. Membantu dalam pemahaman skenario saat ini dan membantu mengidentifikasi kesempatan *improvement*
4. Mutakhir dan realistis

Menurut Pakdil dan Leonard (2014), penggunaan satu pendekatan pada proses *lean assessment* memungkinkan timbulnya bias. Pakdil dan Leonard (2014) mengembangkan *lean assessment* dengan menggunakan dua pendekatan, yaitu *quantitative assessment* dan *qualitative assessment*. *Quantitative assessment* cenderung menghasilkan tingkat performansi yang dapat diterima, sedangkan *qualitative assessment* merefleksikan persepsi *stakeholder* atau dalam konteks perusahaan yang dapat menghasilkan persepsi *assessment* yang berbeda. Kedua *lean assessment tools* (LAT) tersebut memberikan gambaran secara keseluruhan terhadap upaya *leanness* dari organisasi.

Pada dasarnya telah dikembangkan berbagai model *lean assessment* oleh sejumlah peneliti, baik untuk *quantitative lean assessment* maupun *qualitative lean assessment*. Pada penelitian ini digunakan model pengukuran yang dikembangkan oleh Pakdil dan Leonard (2014). Alasannya adalah dimensi pengukuran yang dikembangkan merupakan ringkasan dari sejumlah model pengukuran yang dikembangkan oleh para peneliti dan dapat digunakan secara luas ke setiap perusahaan.

2.3.1 Quantitative Lean Assessment

Quantitative lean assessment merupakan model pengukuran *lean* dengan menggunakan dimensi performansi yang terukur. Gambar 2.7 berikut merupakan model *quantitative lean assessment* yang digunakan oleh Pakdil dan Leonard (2014).



Gambar 2.7 LAT's *Quantitative Performance Indicators* (Pakdil & Leonard, 2014)

Indikator-indikator yang digunakan pada model *assessment* oleh Pakdil dan Leonard (2014) didasarkan pada *seven waste* yang merupakan fokus dari *lean*. Berikut merupakan detail dari masing-masing dimensi yang digunakan untuk melakukan *lean assessment* oleh Pakdil dan Leonard (2014):

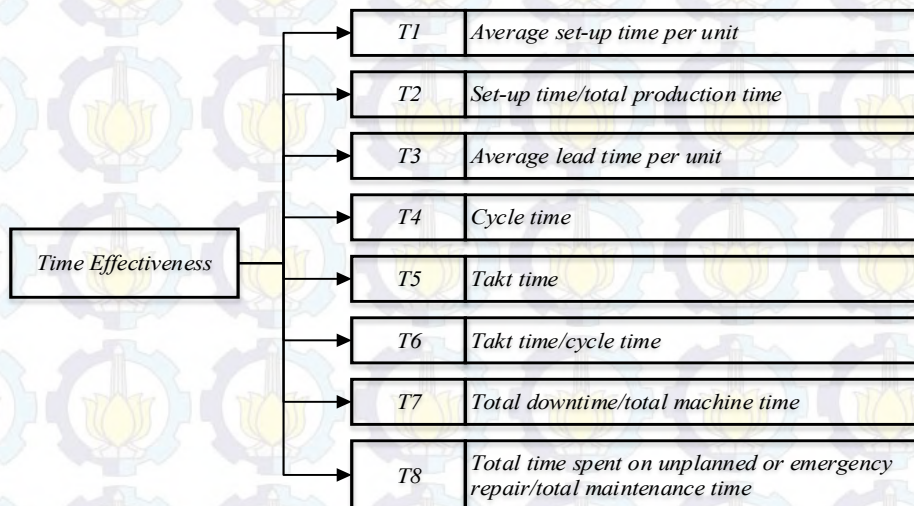
1. *Time Effectiveness*

Time effectiveness merupakan dimensi yang berhubungan dengan *waiting waste*. Matriks kunci pada indikator ini adalah *lead time* yang merupakan pengukuran paling deskriptif yang digunakan pada implementasi *lean*. Gambar 2.8 berikut merupakan indikator-indikator yang digunakan untuk mengukur tingkat *time effectiveness* menurut Pakdil dan Leonard (2014).

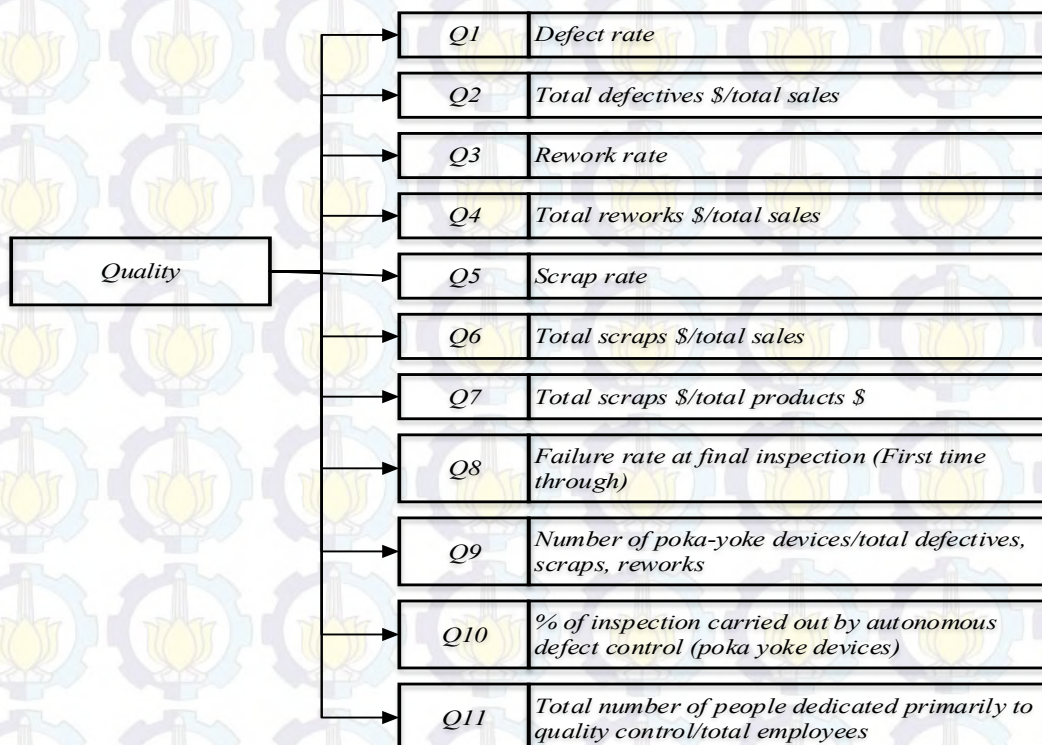
2. *Quality*

Quality merupakan dimensi yang berhubungan dengan *defect waste*. *Quality* menjadi salah satu dimensi yang digunakan pada pengukuran *lean* karena standar dan spesifikasi kualitas merupakan hal yang pertama kali harus dipenuhi. Gambar 2.9 berikut merupakan indikator-indikator yang digunakan untuk

mengukur dimensi *quality* pada *lean assessment* menurut Pakdil dan Leonard (2014).



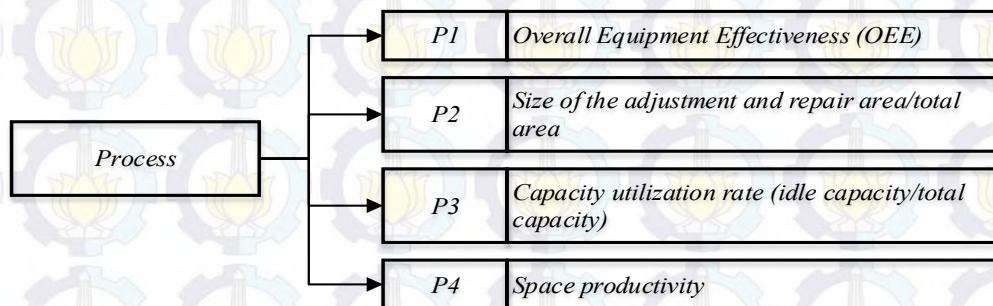
Gambar 2.8 Indikator Performansi *Time Effectiveness* untuk *Quantitative Lean Assessment* (Pakdil & Leonard, 2014)



Gambar 2.9 Indikator Performansi *Quality* untuk *Quantitative Lean Assessment* (Pakdil & Leonard, 2014)

3. *Process*

Dimensi *process* berhubungan dengan *overprocessing waste*, dimana proses merupakan aktivitas kunci pada suatu sistem bisnis. Pengukuran operasional secara tegas diidentifikasi sebagai indikator kunci kesuksesan implementasi *lean*. Gambar 2.10 berikut merupakan indikator-indikator yang digunakan untuk mengukur dimensi *process*.



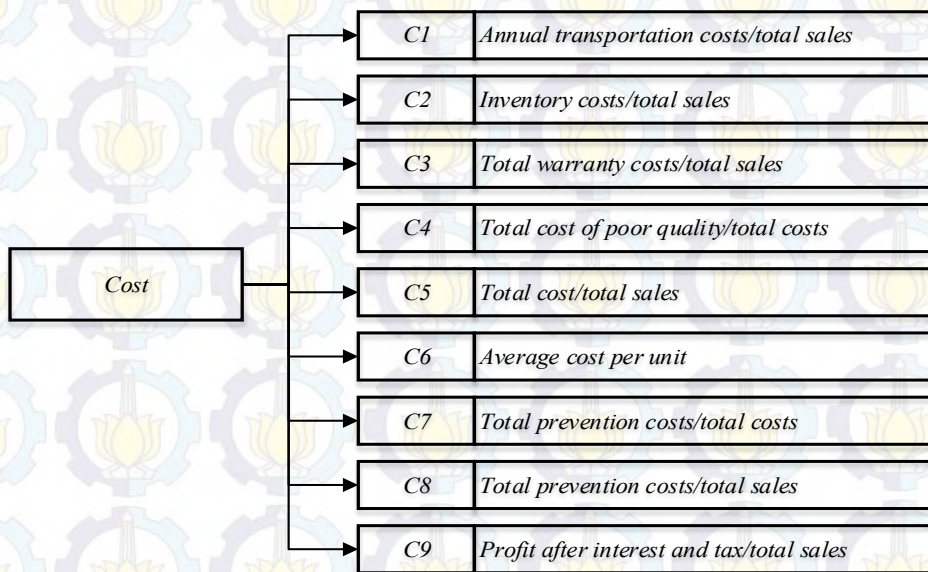
Gambar 2.10 Indikator Performansi *Process* untuk *Quantitative Lean Assessment* (Pakdil & Leonard, 2014)

4. *Cost*

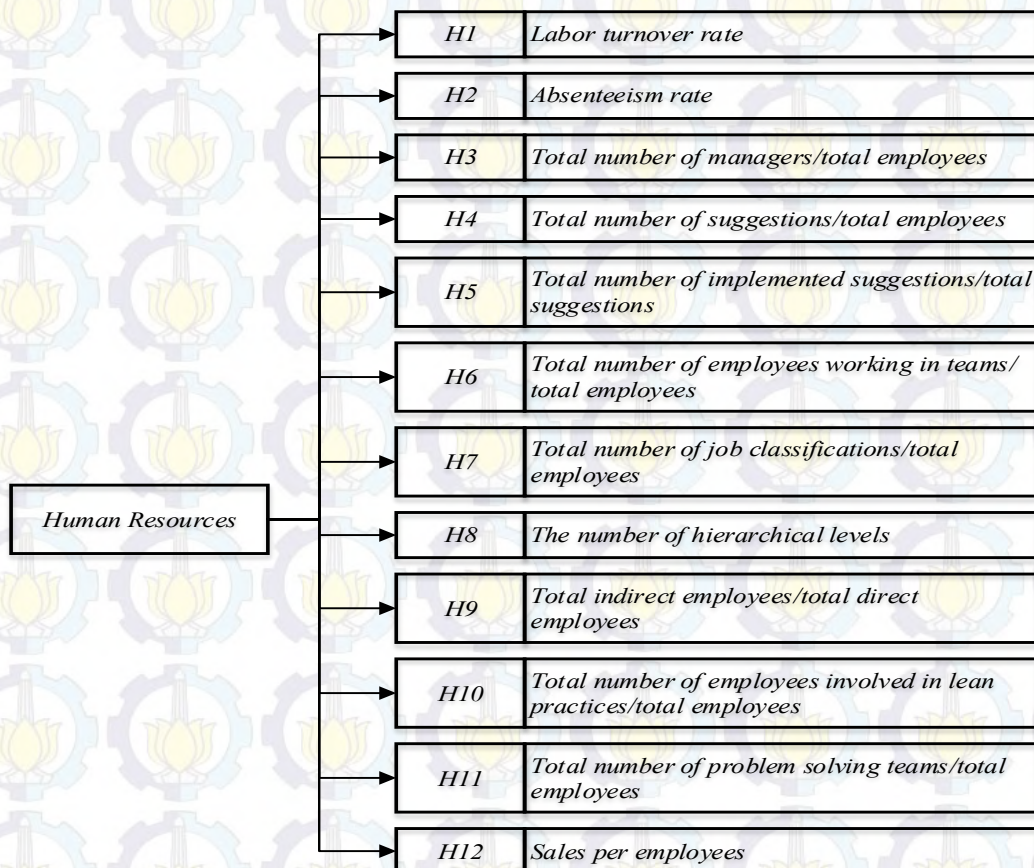
Reduksi biaya, peningkatan kualitas secara kontinyu dan peningkatan kepuasan pelanggan merupakan keuntungan yang diperoleh dari implementasi *lean*. Oleh karena itu, *cost* menjadi salah satu dimensi yang digunakan dalam melakukan *lean assessment* pada perusahaan. Gambar 2.11 berikut merupakan indikator-indikator yang digunakan untuk menilai dimensi *cost*.

5. *Human Resources*

Dimensi *human resources* berhubungan dengan *motion waste*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanpa adanya manajemen strategi pada sumber daya manusia yang digunakan, maka implementasi *lean* tidak akan berjalan dengan baik. Hal ini selaras dengan diagram transformasi *lean*, dimana kunci kesuksesan *lean* didukung oleh integrasi dari *process*, *people* dan *technology*. Untuk melakukan penilaian terhadap sumber daya yang digunakan, dapat digunakan indikator-indikator sesuai Gambar 2.12.



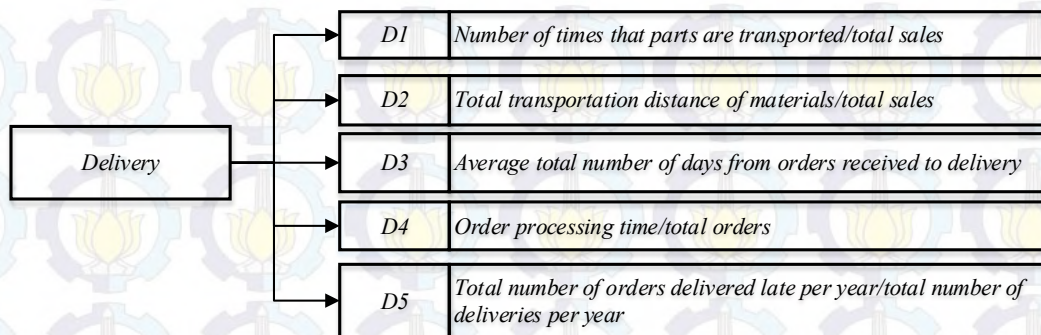
Gambar 2.11 Indikator Performansi Cost untuk *Quantitative Lean Assessment* (Pakdil & Leonard, 2014)



Gambar 2.12 Indikator Performansi Human Resources untuk *Quantitative Lean Assessment* (Pakdil & Leonard, 2014)

6. *Delivery*

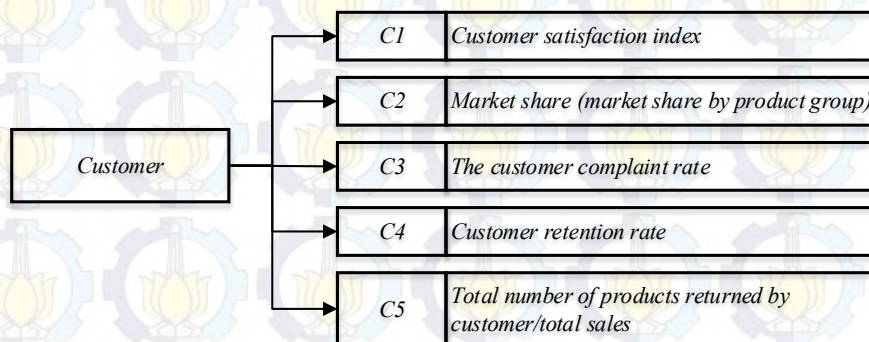
Aktivitas pengiriman (*delivery*) dapat dibagi menjadi aktivitas internal dan aktivitas eksternal. Aktivitas pengiriman internal meliputi transportasi dari *part*, material, dan *semi-finished material* dari satu stasiun kerja ke stasiun kerja lainnya. Sedangkan aktivitas pengiriman eksternal meliputi proses pengiriman produk kepada *customer* dan pengiriman produk dari *supplier*. Indikator-indikator yang dapat digunakan untuk mengukur dimensi *delivery* dapat dilihat pada Gambar 2.13 berikut.



Gambar 2.13 Indikator Performansi *Delivery* untuk *Quantitative Lean Assessment* (Pakdil & Leonard, 2014)

7. *Customer*

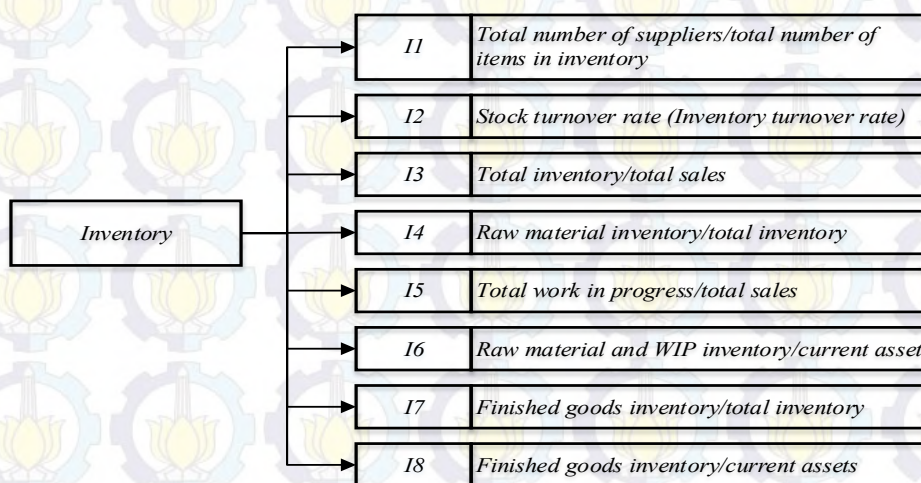
Menurut Singh, Garg dan Sharma (2010), keseluruhan perencanaan dan aktivitas yang dilakukan oleh suatu organisasi memiliki tujuan dasar berupa loyalti dan kepuasan pelanggan yang tinggi. Indikator-indikator yang dapat digunakan untuk mengukur dimensi *customer* dapat dilihat pada Gambar 2.14 berikut.



Gambar 2.14 Indikator Performansi *Customer* untuk *Quantitative Lean Assessment* (Pakdil & Leonard, 2014)

8. *Inventory*

Inventory merupakan salah satu jenis *waste* yang didefinisikan dalam konsep *lean*. Menurut Karlsson dan Alstrim (1996), sumber *waste* terbesar adalah *inventory*, baik berupa *part* maupun produk jadi yang terdapat di gudang yang tidak menciptakan *value*, baik bagi *customer* maupun bagi perusahaan. Pengukuran pada dimensi *inventory* dapat dilakukan dengan menggunakan indikator-indikator sesuai Gambar 2.15.



Gambar 2.15 Indikator Performansi *Inventory* untuk *Quantitative Lean Assessment* (Pakdil & Leonard, 2014)

2.3.2 *Qualitative Lean Assessment*

Persepsi merupakan data yang penting yang terkadang sulit untuk diukur menggunakan sistem pengukuran kuantitatif (Pakdil & Leonard, 2014). Pada penelitian ini *qualitative lean assessment* diadopsi dari penelitian yang dilakukan oleh Pakdil dan Leonard (2014) yang berbasis pada lima dimensi performansi, yaitu *quality*, *process*, *customer*, *human resources* dan *delivery*. Berikut ini merupakan dimensi dan indikator yang digunakan untuk melakukan *qualitative lean assessment*:

KUALITAS
<ul style="list-style-type: none"> • Tenaga kerja mengidentifikasi adanya produk cacat dan menghentikan proses kerja • Tenaga kerja mengidentifikasi adanya produk cacat namun menghentikan proses kerja • Produk cacat dikembalikan kepada tenaga kerja yang bertanggung jawab terhadap cacat dan memperbaikinya • Kontrol terhadap proses produksi dilakukan ketika proses tersebut sedang berjalan • Kontrol terhadap proses produksi dilakukan setelah proses selesai dikerjakan untuk masing-masing proses produksi • Kontrol terhadap proses produksi dilakukan setelah proses selesai dikerjakan secara keseluruhan • Manajemen berfokus pada proses diberlakukan pada keseluruhan aspek perusahaan • Perusahaan menyediakan informasi berkelanjutan pada area tertentu (bersifat <i>update</i>) • Perusahaan menyediakan informasi tertulis dan tidak tertulis (misal melalui <i>briefing</i> atau rapat) secara rutin • Perusahaan menyediakan informasi tertulis secara rutin • Adanya komitmen terhadap budaya untuk terus meminimasi <i>waste</i>

Gambar 2.16 Indikator Performansi Kualitas untuk *Qualitative Lean Assessment* (Pakdil & Leonard, 2014)

Gambar 2.16 di atas menunjukkan indikator-indikator yang digunakan untuk melakukan *qualitative lean assessment* pada dimensi kualitas, dimana terdapat 11 indikator penilaian yang digunakan untuk melakukan *assessment*. Berikut ini merupakan indikator penilaian yang digunakan untuk dimensi pelanggan.

PELANGGAN
<ul style="list-style-type: none"> • Perusahaan melibatkan pelanggan secara langsung dalam penawaran produk, baik saat ini maupun yang akan datang • Perusahaan sering melakukan <i>follow up</i> (respon) pelanggan terkait dengan <i>feedback</i> dari kualitas atau pelayanan

Gambar 2.17 Indikator Performansi Pelanggan untuk *Qualitative Lean Assessment* (Pakdil & Leonard, 2014)

Indikator performansi untuk dimensi pelanggan pada *qualitative lean assessment* sejumlah 2 indikator, dimana kedua indikator tersebut menunjukkan upaya yang dilakukan oleh perusahaan untuk menjaga hubungan baik dengan pelanggan. Berikut ini merupakan indikator penilaian yang digunakan untuk dimensi proses.

PROSES
<ul style="list-style-type: none"> • Perusahaan menggunakan kanban (kartu) atau alat sejenis untuk melakukan kontrol produksi • Perusahaan mengelompokkan peralatan yang digunakan untuk menghasilkan <i>continuous flow</i> dari produk • Perusahaan menempelkan catatan pemeliharaan peralatan di lantai produksi dan berkomunikasi secara aktif dengan tenaga kerja • Perusahaan menggunakan teknik <i>seven tools of quality</i> untuk mereduksi variasi proses • Perusahaan mengimplementasikan <i>Total Productive Maintenance</i> • Perusahaan mengintegrasikan 5S/5R dengan sistem manajemen • Perusahaan menggunakan <i>value stream mapping</i> pada sistem kerjanya • Perusahaan mengintegrasikan penyelesaian permasalahan berdasar akar penyebab permasalahan dengan sistem manajemen • <i>Layout</i> produksi yang digunakan oleh perusahaan berbasis pada produk • Perusahaan mengimplementasikan desain eksperimen (misal metode Taguchi) untuk melakukan perbaikan secara terus-menerus • Perusahaan menyusun dan mempublikasikan SOP, serta siap tersedia di keseluruhan area • Perusahaan memiliki standarisasi pada aktivitas non-manufaktur • Perusahaan menerapkan program sekali setup untuk keseluruhan proses produksi • Perusahaan menerapkan sistem produksi tunggal, bukan dalam <i>batch</i>

Gambar 2.18 Indikator Performansi Proses untuk *Qualitative Lean Assessment* (Pakdil & Leonard, 2014)

Indikator penilaian performansi untuk dimensi proses pada *qualitative lean assessment* sejumlah 14 indikator. Indikator-indikator tersebut menunjukkan implementasi berbagai *tools* dalam *lean manufacturing* pada sistem bisnis perusahaan. Berikut ini merupakan indikator penilaian yang digunakan untuk dimensi sumber daya manusia.

SUMBER DAYA MANUSIA
<ul style="list-style-type: none"> • Perusahaan mendorong tenaga kerja untuk aktif memberikan pendapat/usulan • Tenaga kerja memimpin (menginisiasi) upaya perbaikan produk atau proses • Tenaga kerja menjalani pelatihan lintas fungsi atau lintas departemen • Pemimpin dalam satu tim dirotasi (digilir) antar anggota tim • Hubungan antara perbaikan berkelanjutan dan kompensasi terlihat dengan jelas • Operator dan <i>supervisor</i> dilatih lintas fungsi dan siap dialihkan pada pekerjaan yang berbeda • Pemimpin mengisi waktu kerjanya dengan melakukan <i>trining</i> pada tenaga kerja, memonitor proses dan melakukan perbaikan pada • Pemimpin bertanggung jawab terhadap pemenuhan <i>value added</i> (nilai tambah) pada produk

Gambar 2.19 Indikator Performansi Sumber Daya Manusia untuk *Qualitative Lean Assessment* (Pakdil & Leonard, 2014)

Indikator penilaian performansi untuk dimensi sumber daya manusia berdasarkan *qualitative lean assessment* sejumlah 8 indikator. Indikator-indikator tersebut menunjukkan peran dari perusahaan dan tenaga kerja yang dimiliki untuk mendukung upaya implementasi *lean* pada sistem bisnis yang dijalankan oleh

perusahaan. Gambar 2.20 berikut menunjukkan indikator-indikator penilaian yang digunakan untuk dimensi pengiriman, dimana terdapat 15 indikator yang digunakan. Indikator-indikator tersebut menunjukkan upaya perusahaan untuk menjaga hubungan baik dengan *supplier* sebagai salah satu *stakeholder* yang mampu mendukung kesuksesan implementasi *lean* di perusahaan.

PENGIRIMAN
<ul style="list-style-type: none"> • Produksi ditarik oleh pengiriman barang jadi • Produksi pada stasiun produksi ditarik oleh permintaan saat ini dari stasiun berikutnya • Perusahaan menyadari bahwa kualitas merupakan kriteria utama dalam pemilihan <i>supplier</i> • Perusahaan berusaha untuk membangun hubungan jangka panjang dengan <i>supplier</i> • Perusahaan secara berkala menyelesaikan permasalahan bersama dengan <i>supplier</i> • Perusahaan membantu <i>supplier</i> untuk meningkatkan kualitas produk mereka • Perusahaan memiliki program perbaikan berkelanjutan yang melibatkan <i>supplier</i> utama • Perusahaan melibatkan <i>supplier</i> utama pada aktivitas perencanaan dan penentuan tujuan • Perusahaan menganggap <i>supplier</i> sebagai <i>partner</i> perusahaan • Perusahaan melibatkan <i>supplier</i> secara langsung pada proses pengembangan produk baru • Perusahaan memiliki program sertifikasi <i>supplier</i> secara formal • <i>Supplier</i> utama mengirimkan <i>order</i> ke <i>plant</i> produksi dengan sistem <i>just in time</i> • Perusahaan memberikan <i>feedback</i> kepada <i>supplier</i> terkait dengan kualitas dan performansi pengiriman • Perusahaan dan <i>partner</i> dagang bertukar informasi yang membantu pengembangan perencanaan bisnis • Perusahaan selalu terdepan dan pertama dalam mengenalkan produk baru

Gambar 2.20 Indikator Performansi Pengiriman untuk *Qualitative Lean Assessment* (Pakdil & Leonard, 2014)

Pendekatan yang digunakan untuk melakukan *qualitative lean assessment* adalah *aggregate scoring*. Untuk *assessment* yang dilakukan secara *qualitative* dengan skor penilaian tertentu, dapat digunakan rumus perhitungan seperti berikut (Almomani, et al., 2014).

$$MTAS = skala\ pengukuran\ maksimum \times q \quad \dots\dots\dots (2.1)$$

$$LRS = AS/MTAS \quad \dots\dots\dots (2.2)$$

dimana:

MTAS = *Maximum Total Score*

q = *Number of questions*

LRS = *Lean Radar Score*

AS = *Aggregate Score*

Nilai akhir yang dihasilkan dari *aggregrate scoring* ini adalah *lean radar score* yang kemudian akan dikombinasikan dengan *lean radar score* dari hasil

quantitative lean assessment. *Lean radar score* merupakan nilai hasil *assessment* terhadap implementasi *lean* yang akan diplot ke dalam suatu grafik yang berbentuk radar atau yang disebut dengan *radar chart*.

2.4 Fuzzy Logic

Pada sistem produksi, informasi yang dibutuhkan untuk memformulasikan model (tujuan, variabel keputusan, batasan dan parameter) bisa saja samar-samar atau tidak dapat diukur secara presisi. Menurut Sahinidis (2004), terdapat dua pendekatan yang dapat digunakan untuk melakukan optimasi pada ketidakpastian, yaitu:

1. Pendekatan stokastik, yaitu penggunaan fungsi probabilitas deskrit atau kontinyu untuk memodelkan ketidakpastian
2. Pendekatan *fuzzy*, yaitu memodelkan ketidakpastian dengan menggunakan *fuzzy numbers* atau *fuzzy set*.

Pada penelitian *lean assessment* ini digunakan pendekatan *fuzzy set* karena data yang dibutuhkan dalam jumlah yang besar, sistem produksi perusahaan yang bersifat *job order*, ketersediaan data periodik yang tidak menentu sangat memungkinkan kurangnya kepresisian pengukuran. Penggunaan *fuzzy set* diharapkan dapat menghasilkan pengukuran yang optimal sesuai dengan yang diharapkan

Teori *fuzzy* merupakan teori matematis dimana *fuzziness* didefinisikan sebagai ambiguitas yang dapat terjadi dalam pendefinisian suatu konsep (Simmermann, 1996). Klasifikasi terhadap variabel yang digunakan pada permasalahan, dalam kaitannya dengan konsep kualitatif dibandingkan kuantitatif mengalihkan ide kedalam variabel linguistik. Variabel linguistik didefinisikan sebagai entitas yang digunakan untuk merepresentasikan suatu konsep atau variabel dari suatu permasalahan, diakui sebagai nilai hanya dalam ekspresi linguistik seperti kecil, sangat rendah, dan sebagainya. Definisi dasar yang digunakan pada *fuzzy logic* berdasarkan beberapa sumber adalah sebagai berikut.

1. *Fuzzy set* \tilde{A} dalam suatu semesta X dicirikan dengan fungsi keanggotaan $\mu_{\tilde{A}}(x)$ yang berkaitan dengan tiap elemen x pada X , bilangan *real* dalam

interval [0,1]. Nilai fungsi $\mu_{\tilde{A}}(x)$ menyatakan tingkatan dari keanggotaan x pada \tilde{A} (Zadeh, 1965).

2. Dikatakan \tilde{A} merupakan *fuzzy set* dan $\mu_{\tilde{A}}(x)$ merupakan fungsi keanggotaan untuk $x \in \tilde{A}$, jika $\mu_{\tilde{A}}(x)$ didefinisikan sebagai formula berikut:

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} 1 & \text{jika } x_i \leq a \\ 0 & \text{jika } x_i \geq b \\ 1 - \frac{(x_i - a)}{(b - a)} & \text{jika } a \leq x_i < b \end{cases} \dots\dots\dots (2.3)$$

dengan ‘a’ dan ‘b’ merepresentasikan performansi *lean* terbaik dan terburuk untuk setiap indikator (Bechrozi & Wong, 2011).

Berdasarkan pada definisi *fuzzy set* tersebut, kemudian dilakukan perhitungan terhadap nilai *lean* dari dimensi yang bersangkutan. Nilai *lean* didefinisikan sebagai rata-rata dari nilai masing-masing indikator yang merupakan anggota *fuzzy*. Berikut merupakan rumus yang digunakan untuk menghitung nilai *lean* berdasarkan pada nilai masing-masing indikator yang merupakan anggota dalam *fuzzy set*.

$$\frac{\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{n_j} \mu_{\tilde{A}(x)}_{ij}}{m \cdot \frac{\sum n_i}{n}} \times 100 \dots\dots\dots (2.4)$$

dimana:

m : Jumlah dimensi

n_j : Jumlah indikator performansi pada tiap dimensi- j , $j=1, 2, \dots, m$

$\mu_{\tilde{A}(x)}_{ij}$: Nilai dari anggota *fuzzy* pada indikator performansi i dan dimensi j , $i = 1, 2, \dots, m$

Beberapa tahun terakhir penggunaan teori *fuzzy set* telah banyak diaplikasikan pada pemodelan sistem produksi. Hal ini dikarenakan *fuzzy set* dapat memberikan beberapa keuntungan sebagai berikut:

1. Mudah dipahami secara konseptual
2. Fleksibel, mudah dikelola dan dikembangkan
3. Toleransi terhadap data yang tidak presisi

4. Dapat dikembangkan dengan pengalaman *expert*
5. Memudahkan komunikasi antara *expert* dengan manajer
6. Dapat dikombinasikan dengan teknik control konvensional

2.5 Brown-Gibson Method

Brown-Gibson *method* merupakan salah satu teknik yang digunakan dalam memilih suatu alternatif. Model pendekatan yang dikembangkan oleh Brown dan Gibson ini memilih alternatif dimensi berdasarkan ukuran preferensi tertentu dengan mempertimbangkan faktor objektif (kuantitatif) maupun faktor subjektif (kualitatif) (Wignjosoebroto, 2009). Berikut ini merupakan rumus yang digunakan untuk menghitung nilai dari faktor objektif dan faktor subjektif:

1. Faktor Objektif

$$OF_i = (C_i \times \sum (\frac{1}{C_i}))^{-1} \dots\dots\dots (2.5)$$

dimana:

OF_i : Faktor objektif dimensi ke-i

C_i : Biaya dimensi ke-i

2. Faktor Subjektif

$$SF_i = w_i \times R_{i1} + w_2 \times R_{i2} + \dots + w_n \times R_{in} \dots\dots\dots (2.6)$$

dimana:

SF_i : Faktor subjektif dimensi ke-i

R_{in} : Nilai dimensi I pada kriteria ke-n

w_n : Bobot kriteria ke-n

Untuk mendapatkan nilai dari kedua faktor, yaitu faktor subjektif dan faktor objektif, kemudian dilakukan perhitungan *preference measure* (PM). Perhitungan ini mengkombinasikan antara faktor subjektif dengan faktor objektif dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$PM_i = (k \times OF_i) + ((1 - k) \times SF_i) \dots\dots\dots (2.7)$$

dimana:

PM_i : *Preference measure* untuk dimensi ke-i

k : *Preference index*

2.6 *Lean Radar Chart*

Lean radar chart merupakan diagram yang digunakan untuk memvisualisasikan nilai dari hasil *lean assessment*. Dengan menggunakan *radar chart*, manajer dapat dengan mudah melihat *leanness effort* dari perusahaan mereka dan perusahaan dapat membandingkan dengan *chart* sejenis, bahkan lintas industri (Pakdil & Leonard, 2014). Menurut Saaty (2008), presentasi *radar chart* merupakan cara yang lebih efisien untuk menampilkan data dengan variasi yang tinggi ke dalam satu gambar. Pada *lean assessment* ini, *radar chart* digunakan untuk melakukan plot nilai *leanness* dari masing-masing dimensi performansi. Nilai yang mendekati titik pusat, yaitu titik pusat merepresentasikan bahwa performansi dari dimensi yang bersangkutan masih kurang dan perlu dilakukan *improvement*. Gambar 2.21 berikut merupakan contoh dari *lean radar chart*.



Gambar 2.21 *Lean Radar Chart* (Pakdil & Leonard, 2014)

2.7 **Konsep Teknologi**

Teknologi didefinisikan sebagai pengetahuan, proses, *tool*, metode dan sistem yang digunakan untuk membuat produk atau jasa (Khalil, 2000). Teknologi, berdasarkan perspektif produksi dapat didefinisikan sebagai totalitas penggunaan untuk produksi (Sharif & Ramanathan, 1991). Sedangkan Burgelman *et al* (1998) mendefinisikan teknologi sebagai hasil karya, kemampuan, dan pengetahuan baik secara praktis maupun teoritis yang dapat digunakan untuk mengembangkan produk dan jasa sesuai dengan sistem pengiriman dan produksi yang digunakan. Menurut United Nation (1989), teknologi meliputi empat komponen, yaitu:

1. *Technoware* (T)

Yaitu teknologi yang diwujudkan dalam bentuk objek atau infrastruktur fisik yang digunakan untuk proses transformasi.

2. *Humanware* (H)

Yaitu teknologi yang diwujudkan dalam bentuk manusia atau kemampuan sumber daya manusia untuk memberdayakan teknologi dan sumber daya alam yang tersedia

3. *Infoware* (I)

Yaitu teknologi yang diwujudkan dalam bentuk dokumen, teori, fakta, teknik, bahkan metode yang berhubungan dengan informasi dalam bentuk dokumentasi

4. *Orgaware* (O)

Teknologi yang diwujudkan dalam bentuk institusi, mengakomodasi fasilitas infrastruktur fisik, kemampuan sumber daya manusia, dan fakta-fakta yang meliputi praktek manajemen, interdependensi, dan regulasi organisasi yang digunakan untuk mencapai tujuan yang dicanangkan

Keempat komponen teknologi tersebut berinteraksi secara dinamis, bersifat komplemen dan membutuhkan operasi transformasi produksi yang dilakukan secara simultan. Dalam konteks produksi ekonomi global saat ini, upaya transformasi sumber daya tidak akan dapat berjalan tanpa adanya *technoware*; tanpa *humanware*, *technoware* akan *idle*; tanpa *Infoware*, *humanware* tidak efisien; dan tanpa *orgaware*, tidak akan harmonisasi tindakan dan menyebabkan transformasi tidak efektif (Sharif & Ramanathan, 1991).

2.8 *Technology Management*

Khalil (2000) mengatakan bahwa teknologi merupakan interaksi yang paling penting antara individu, masyarakat dan alam. Pentingnya teknologi ini terlihat dari efek yang ditimbulkan dari kemajuan teknologi pada masing-masing entitas dan juga hubungan timbal balik yang dipengaruhi. Manajemen teknologi meliputi pengembangan dan pemahaman terhadap hubungan berhadapan dengan teknologi tersebut secara rasional dan cara yang efektif. Menurut National Research

Concil (1987), manajemen teknologi berhubungan dengan disiplin ilmu manajemen, *science* dan teknik untuk merencanakan, mengembangkan, dan mengimplementasikan kapabilitas teknologi untuk membentuk dan melaksanakan tujuan strategis dan operasional dari suatu organisasi. Kapabilitas teknologi merupakan salah satu elemen pusat pada praktek manajemen teknologi.

Dolinšek dan Štrukelj (2012) mengusulkan konseptual dari manajemen teknologi, dimana manajemen teknologi yang mengorganisir, mengkoordinasikan, dan mengarahkan penggunaan teknologi (dan kemampuan dan pengetahuan teknologis) pada suatu organisasi. Manajemen teknologi meliputi beberapa aktivitas sebagai berikut:

1. Perencanaan penggunaan teknologi
2. Identifikasi, pemilihan dan akuisisi teknologi
3. Persiapan dan pengenalan terhadap penggunaan teknologi
4. Implementasi, instalasi dan control terhadap penggunaan teknologi
5. Motivasi dan pemeliharaan terhadap penggunaan teknologi

Organisasi yang menggunakan teknologi sebagai dasar untuk mencapai tujuannya harus melakukan manajemen teknologi secara efektif dalam skala organisasi, bukan secara individu. Manajemen teknologi berarti dengan sengaja mengelola secara efektif penggunaan teknologi pada organisasi. Manajemen teknologi sebagai upaya untuk mengembangkan dan mempercepat kapabilitas teknologi dapat dilakukan melalui beberapa aktivitas sebagai berikut:

1. Melakukan audit terhadap teknologi yang digunakan
2. Mengamati lingkungan teknologi dan menganalisis *trend* teknologi
3. Melakukan *forecast* dan *foresight* terhadap teknologi
4. Memformulasikan strategi teknologi
5. Transfer teknologi
6. Pengembangan teknologi

2.9 Technometric Approach

Ramanathan (1998) mengajukan suatu konsep pengukuran teknologi pada transformasi *input-output* dengan menggabungkan empat komponen teknologi

yang meliputi *technoware*, *humanware*, *Infoware*, dan *orgaware* yang disebut dengan pendekatan teknometrik. Keempat komponen teknologi tersebut yang akan menentukan karakteristik transformasi fasilitas dan perkembangan fasilitas yang bergantung pada tingkat kecanggihan komponen yang dipergunakan. Untuk mengukur *sophistication level* (tingkat kecanggihan) komponen yang digunakan, *technometric* mengusulkan penggunaan evaluasi *state-of-the-art*. *State-of-the-art* (tingkat kecanggihan) merupakan upaya melakukan penilaian atau evaluasi terhadap status dari keempat komponen teknologi yang digunakan dalam sebuah proses transformasi. Skala numerik yang digunakan pada evaluasi *state-of-the-art* dan skala yang digunakan dapat dilihat pada tabel 2.4 berikut.

Tabel 2.4 State-of-the-art Degree of Sophistication

<i>Technoware</i>	<i>Humanware</i>	<i>Infoware</i>	<i>Orgaware</i>	<i>Score</i>
Peralatan produksi manual	Menjalankan peralatan produksi	Informasi yang memberikan pemahaman umum dalam menggunakan peralatan produksi	Perusahaan kecil yang dipimpin sendiri, modal kecil, tenaga kerja sedikit, dan pangsa pasar kecil	1 2 3
Peralatan produksi mekanik/elektrik	Memasang/merangkai peralatan produksi	Informasi yang memberikan pemahaman mendasar/teknis dalam menggunakan dan mempergunakan peralatan produksi	Perusahaan kecil yang telah mampu meningkatkan kemampuan dan menjalin kerja sama sebagai subkontraktor dari perusahaan besar	2 3 4
Peralatan produksi untuk penggunaan umum	Memelihara/ merawat peralatan produksi	Informasi yang memungkinkan untuk menyeleksi peralatan produksi	Telah memiliki jaringan kerja sama (<i>channel/network</i>) dengan perusahaan lain dalam memasarkan produk	3 4 5
Peralatan produksi untuk penggunaan khusus	Mengelola peralatan produksi	Informasi yang memungkinkan penggunaan peralatan produksi secara efektif	Telah memiliki jaringan kerja sama dengan perusahaan lain serta mampu mengidentifikasi produk dan pasar baru melalui jaringan yang telah dibangun tersebut	4 5 6
Peralatan produksi otomatis	Mengadaptasi/modifikasi peralatan produksi	Informasi tentang mendesain dan mengoperasikan peralatan produksi	Perusahaan telah mampu bersaing melalui peningkatan pangsa pasar dan kualitas produk secara berkelanjutan	5 6 7
Peralatan produksi terkomputerisasi	Memperbaiki peralatan produksi yang rusak	Informasi yang memungkinkan terjadinya perbaikan peralatan produksi	Perusahaan telah mampu dengan cepat dan stabil membangun kesuksesan melalui perluasan pasar baru dan senantiasa mengantisipasi perkembangan internal dan eksternal lingkungan usaha	6 7 8
Peralatan produksi terintegrasi	Melakukan inovasi peralatan produksi	Informasi yang bisa memberikan penilaian terhadap peralatan produksi untuk tujuan-tujuan yang spesifik	Perusahaan mampu menjadi pemimpin terkemuka (<i>a leader</i>) dalam spesialisasi usaha atau produk tertentu	7 8 9

sumber: UNESCAP (1988)

Masing-masing komponen teknologi memiliki *state-of-the-art evaluation criteria* tersendiri. Tabel 2.5 berikut merupakan kriteria yang digunakan sebagai dasar dalam mengevaluasi komponen teknologi berdasarkan pada United Nation (1989) untuk komponen *technoware*.

Tabel 2.5 State-of-the-Art Evaluation Criteria for Technoware

<i>State-of-the-art Evaluation Criteria for Technoware</i>	
Ruang Lingkup	Kompleksitas operasi yang dievaluasi berdasar aspek yang ditentukan di awal
Presisi	Variasi yang diijinkan pada spesifikasi yang berhubungan dengan dimensi, material, atribut, parameter proses, atribut komponen, dan lingkungan operasi
Penanganan	Atribut fisik dari material yang harus ditangani, perpindahan yang diperlukan yang berhubungan dengan material yang akan ditangani
Kontrol	Derajat dan kesulitan terhadap kontrol pelatihan yang berhubungan dengan regulasi lingkungan, keselamatan, regulasi, tingkat standardisasi, monitor kualitas dan proses
Kecakapan	Kecakapan inventif, kecakapan perwujudan, kecakapan operasional, kecakapan pasar

Tabel 2.6 berikut merupakan kriteria penilaian *state-of-the-art* yang digunakan sebagai dasar dalam melakukan evaluasi tingkat kecanggihan komponen *humanware*.

Tabel 2.6 State-of-the-art Evaluation Criteria for Humanware

<i>State-of-the-art Evaluation Criteria for Humanware</i>	
Potensi Kreativitas	Kecenderungan kreatif yang dievaluasi berdasarkan aspek yang telah ditentukan
Orientasi Pencapaian	<i>Outcome</i> yang ingin dicapai yang dievaluasi berdasarkan aspek yang telah ditentukan
Orientasi Afiliasi	Kemampuan bekerja secara <i>group</i> yang dievaluasi berdasarkan aspek yang telah ditentukan
Orientasi Efisiensi	Keinginan menjadi efisien yang dievaluasi berdasarkan aspek yang telah ditentukan seperti kemauan bekerja keras
Kapasitas Menghadapi Resiko	Kecenderungan mengambil resiko yang diukur berdasarkan aspek yang telah ditentukan seperti kemauan bereksperimen, kesediaan untuk berubah, dan kemampuan berinisiatif
Orientasi Integritas Waktu	Menghormati waktu dan kecenderungan memperlakukannya sebagai sumber daya yang bernilai sebagai bukti dari aspek-aspek seperti orientasi berdasar waktu dan orientasi masa depan

Tabel 2.7 berikut merupakan kriteria penilaian *state-of-the-art* yang digunakan sebagai dasar dalam melakukan evaluasi tingkat kecanggihan komponen *Infoware*

Tabel 2.7 State-of-the-art Evaluation Criteria for Infoware

<i>State-of-the-art Evaluation Criteria for Infoware</i>	
Kemudahan Pengambilan	Kemudahan pengambilan informasi yang dievaluasi berdasarkan metode penyimpanan informasi, pemanggilan kembali dan penggunaannya
Keterkaitan	Jumlah keterkaitan yang dimiliki oleh sistem informasi yang berhubungan dengan pengguna dan sumber daya
Kemutakhiran	Kemungkinan <i>update</i> informasi untuk memastikan validitasnya berdasarkan waktu
Mudah dikomunikasikan	Kemudahan informasi untuk dikomunikasikan yang dievaluasi berdasarkan pada mode komunikasi yang digunakan

Tabel 2.8 berikut merupakan kriteria penilaian *state-of-the-art* yang digunakan sebagai dasar dalam melakukan evaluasi tingkat kecanggihan komponen *Orgaware*.

Tabel 2.8 State-of-the-art Evaluation Criteria for Orgaware

<i>State-of-the-art Evaluation Criteria for Orgaware</i>	
Otonomi	Derajat otonomi yang diberikan pada tenaga kerja yang dievaluasi berdasarkan pada aspek tertentu seperti delegasi aktif, sistem kerja informal dan upaya untuk mempromosikan kewirausahaan
Arahan	Sejauh mana organisasi secara keseluruhan diberikan arahan sebagaimana diukur dengan <i>timelines</i> umpan balik kinerja, perhatian khusus pada perencanaan, pola pikir strategis, kontrol performansi secara bijaksana
Keterlibatan	Sejauh mana keterlibatan tenaga kerja pada fungsi organisasi yang terlihat dari aspek tertentu seperti kebanggaan afiliasi, komunikasi intraorganisasi yang baik, peluang pengembangan dan <i>respect</i> pada individu
<i>Stakeholder</i>	Sejauh mana organisasi berkomitmen untuk mencapai ekspektasi dari <i>stakeholder</i> yang dimiliki
Inovasi	Iklim inovasi dalam perusahaan yang diukur berdasarkan aspek tertentu seperti evaluasi performansi komparatif, arahan R & D, perspektif internasional, orientasi teknologi, sensitivitas terhadap perubahan lingkungan bisnis
Integritas	Integritas organisasi dalam melakukan operasi yang terlihat dari aspek tertentu seperti kepatuhan terhadap meritokrasi dan atika bisnis

Pengukuran terhadap *state-of-the-art* dilakukan dengan memberikan penilaian dengan skala 1-10 terhadap masing-masing kriteria penilaian *state-of-*

the-art yang dilakukan oleh *expert*. Nilai 0 merepresentasikan kondisi terburuk dari teknologi yang dipergunakan, sedangkan nilai 10 merepresentasikan kondisi terbaik dari teknologi yang dipergunakan. Berikut ini merupakan rumus yang digunakan untuk menghitung *state-of-the-art* pada masing-masing komponen teknologi.

1. Komponen *technoware*

$$ST_i = \frac{1}{10} \left[\frac{\sum tik}{kt} \right]; k = 1, 2, \dots, ki \dots \dots \dots (2.8)$$

tik = skor kriteria ke-k untuk *technoware* ke-i

2. Komponen *humanware*

$$SH_j = \frac{1}{10} \left[\frac{\sum hij}{ih} \right]; i = 1, 2, \dots, ih \dots \dots \dots (2.9)$$

hij = skor kriteria ke-i untuk *humanware* ke-j

3. Komponen *Infoware*

$$SI = \frac{1}{10} \left[\frac{\sum fm}{mf} \right]; m = 1, 2, \dots, mf \dots \dots \dots (2.10)$$

fm = skor kriteria ke-m untuk *Infoware* pada level perusahaan

4. Komponen *orgaware*

$$SO = \frac{1}{10} \left[\frac{\sum on}{no} \right]; n = 1, 2, \dots, no \dots \dots \dots (2.11)$$

no = skor kriteria ke-n untuk *orgaware* pada level perusahaan

Pengukuran terhadap kontribusi komponen teknologi dilakukan berdasarkan indikator penilaian tertentu dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

1. Komponen *technoware*

$$T_i = \frac{1}{9} [LT_i + ST_i(UT_i - LT_i)] \dots \dots \dots (2.12)$$

2. Komponen *humanware*

$$H_j = \frac{1}{9} [LH_j + SH_j(UH_j - LH_j)] \dots \dots \dots (2.13)$$

3. Komponen *Infoware*

$$I = \frac{1}{9} [LI + SI(UI - LI)] \dots \dots \dots (2.14)$$

4. Komponen *orgaware*

$$O = \frac{1}{9} [LO + SO(UO - LO)] \dots \dots \dots (2.15)$$

dimana:

T_i, H_j, I, O : kontribusi dari tiap indikator pada tiap komponen teknologi

LT_i, LH_j, LI, LO : nilai bawah dari tiap indikator pada tiap komponen teknologi

ST_i, SH_j, SI, SO : nilai *state-of-the-art* tiap indikator pada tiap komponen teknologi

UT_i, UH_j, UI, UO : nilai atas dari tiap indikator pada tiap komponen teknologi

Tahapan selanjutnya pada pendekatan teknometrik adalah mengukur tingkat kontribusi dari teknologi tersebut dengan menggunakan *technology contribution coefficient* (TCC). TCC bertujuan untuk mengukur kontribusi gabungan dari keempat komponen teknologi dalam proses transformasi input-output. Rumus yang digunakan untuk menghitung TCC adalah:

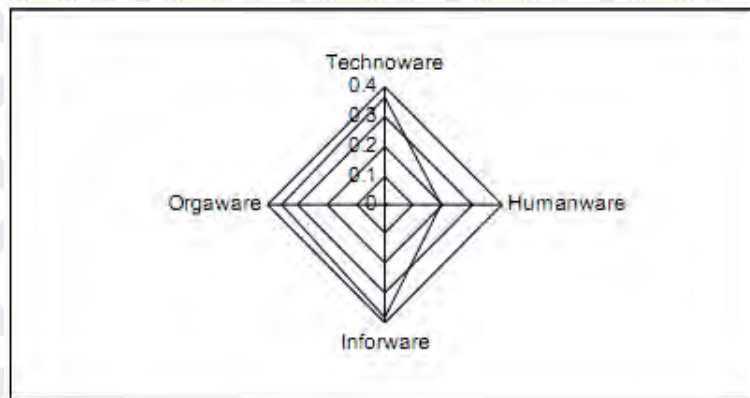
$$TCC = T^{\beta t} \times H^{\beta h} \times I^{\beta i} \times O^{\beta o} \dots\dots\dots (2.16)$$

dimana:

T, H, I, O adalah kontribusi masing-masing komponen teknologi

$\beta t, \beta h, \beta i, \beta o$ adalah intensitas kontribusi dari komponen teknologi terhadap TCC

Tahapan terakhir pada pendekatan teknometrik adalah melakukan plot dari *state-of-the-art* dengan kondisi perusahaan saat ini pada THIO (*Technoware, Humanware, Inofware, Orgaware*) *contribution diagram* (Gambar 2.22). Diagram ini menunjukkan komponen teknologi mana yang memiliki kontribusi besar dan komponen mana yang memiliki kontribusi terkecil pada performansi perusahaan.



Gambar 2.22 THIO Contribution Diagram

2.10 Analytical Hierarchy Process (AHP)

Analytical hierarchy process merupakan suatu metode pengambilan keputusan yang dikembangkan oleh Thomas L. Saaty. AHP merupakan metode yang digunakan untuk memecahkan suatu permasalahan atau situasi yang kompleks dan tidak terstruktur ke dalam beberapa komponen yang disusun dalam suatu hirarki dan memberikan penilaian subjektif tentang pentingnya setiap variabel untuk menetapkan prioritas dari variabel tersebut guna mempengaruhi hasil situasi (Saaty, 1993). Berikut merupakan langkah-langkah dalam melakukan metode AHP:

1. Melakukan identifikasi kriteria keputusan dalam hirarki dari bagian teratas, yaitu tujuan/objektif. Hirarki pada AHP secara umum terdiri dari tiga level. Level pertama adalah tujuan. Level kedua adalah level *intermediate* yang berupa kriteria dan dilanjutkan sub kriteria. Level ketiga yang merupakan level terendah adalah alternatif-alternatif dari sub kriteria yang ada di level atasnya
2. Melakukan pembobotan terhadap kriteria, sub kriteria serta alternatif sebagai fungsi tingkat kepentingan terhadap elemen korespondensi level tertinggi dari hirarki.
3. Melakukan perhitungan vektor prioritas untuk pembobotan elemen matriks yang dihitung atau yang disebut dengan normalisasi matrik *eigen vector*.

Terdapat tiga prinsip yang mendasari pemikiran terkait AHP, yaitu prinsip untuk menyusun hirarki, prinsip untuk menetapkan prioritas dan prinsip konsistensi logis. Detail dari masing-masing prinsip akan dijelaskan sebagai berikut:

a) Prinsip untuk menyusun hirarki

Prinsip pertama dari AHP adalah menyusun hirarki, dimana penyusunan hirarki ini dapat dilakukan dengan menggambarkan dan menguraikan permasalahan secara bertingkat. Semakin ke bawah, persoalan semakin mendetail dan akan memudahkan dalam penentuan ukuran objektif dari kriteria-kriteria tersebut. Menurut Saaty (1993), salah satu cara yang paling tepat dalam menyusun hirarki adalah dengan mengerjakan tujuan yang ingin didapatkan terlebih dahulu, kemudian dijabarkan ke bawah sedetail mungkin, kemudian diselesaikan berdasarkan pada alternatif-alternatif yang naik ke atas hingga level dimana dua proses yang terhubung dapat dibandingkan.

b) Prinsip untuk menetapkan prioritas

Tabel 2.9 berikut merupakan skala penilaian kuantitatif yang disusun oleh Saaty (1993) yang digunakan untuk menetapkan prioritas suatu elemen.

Tabel 2.9 Skala Penilaian Perbandingan Berpasangan dalam AHP

Intensitas kepentingan	Keterangan	Penjelasan
1	Kedua elemen sama pentingnya	Dua elemen mempunyai pengaruh yang sama besar terhadap tujuan
3	Elemen yang satu sedikit lebih penting daripada elemen yang lainnya	Pengalaman dan penilaian sedikit menyokong satu elemen dibandingkan elemen lainnya.
5	Elemen yang satu lebih penting daripada elemen yang lainnya	Pengalaman dan penilaian sangat kuat menyokong satu elemen dibandingkan elemen lainnya.
7	Satu elemen jelas lebih mutlak penting daripada elemen yang lain	Satu elemen yang kuat disokong dan dominan terlihat dalam praktek
9	Satu elemen mutlak penting daripada elemen yang lainnya	Bukti yang mendukung elemen yang satu terhadap yang lain memiliki tingkat penegasan tertinggi yang mungkin menguatkan.
2,4,6,8	Nilai-nilai diantara dua nilai pertimbangan yang berdekatan	Nilai ini diberikan bila ada dua kompromi di antara dua pilihan
Kebalikan	Jika untuk aktivitas I mendapat satu angka di banding dengan aktivitas j, maka j mempunyai nilai kebalikannya dibandingkan dengan i.	

c) Prinsip konsistensi logis

Saaty (1993) menyatakan bahwa konsisten tidaknya suatu penilaian dapat dilihat dari besarnya nilai *consistency ratio* (CR), dimana penilaian dianggap cukup konsisten ketika nilai $CR \leq 10\%$. Nilai CR diperoleh dengan membandingkan nilai *consistency index* (CI) dengan *random index* (RI). Berikut ini merupakan rumus yang digunakan untuk menghitung CI dan CR.

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \dots\dots\dots (2.17)$$

$$CR = \frac{CI}{RI} \dots\dots\dots (2.18)$$

dimana:

λ = *eigen value*

n = jumlah variabel yang dibandingkan

CI = *consistency index*

RI = *random index*

CR = *consistency ratio*

2.11 Root Cause Analysis (RCA)

Root cause analysis merupakan metode yang digunakan untuk mengidentifikasi akar penyebab permasalahan yang potensial. Penyelesaian permasalahan perlu dilakukan berdasarkan akar penyebab permasalahannya. Hal ini dikarenakan ketika permasalahan tidak diselesaikan berdasarkan akar penyebabnya, maka terdapat kemungkinan muncul permasalahan lain yang menyebabkan permasalahan akan tetap ada. Oleh karena itu, perlu dilakukan identifikasi dan eliminasi terhadap akar penyebab permasalahan (Doggett, 2005). Berikut ini merupakan langkah-langkah dalam menyusun RCA menurut Rooney dan Heuvel (2004):

1. *Data Collection*

Langkah pertama yang dilakukan dalam penyusunan RCA adalah pengumpulan data. Tanpa ketersediaan informasi yang lengkap dan pemahaman terhadap permasalahan, maka factor penyebab dan akar

penyebab yang berhubungan dengan permasalahan akan sulit diidentifikasi.

2. *Causal Factor Charting*

Pada tahap ini dilakukan penggambaran *sequence diagram* dengan tes logika tertentu yang mendeskripsikan permasalahan dan penyebab terjadinya, serta kondisi sekitar yang mempengaruhinya.

3. *Root Cause Identification*

Pada tahap ini dilakukan identifikasi terhadap akar penyebab permasalahan. Penggunaan diagram keputusan yang dikenal dengan *root cause map* akan sangat memudahkan dalam melakukan identifikasi. *Root cause map* digunakan untuk mengidentifikasi alasan yang mendasar atau alasan untuk setiap faktor penyebab permasalahan.

4. *Recommendation Generation and Implementation*

Tahap terakhir adalah menyusun rekomendasi yang dapat dicapai berdasarkan pada tiap akar penyebab permasalahan untuk setiap faktor penyebab untuk mencegah permasalahan muncul kembali di masa mendatang.

Menurut Jing (2008), terdapat lima metode yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi akar penyebab permasalahan sebagai berikut:

1. *Is/Is Not Comparative Analysis*

Merupakan metode komparatif yang digunakan untuk permasalahan yang sederhana, dapat memberikan gambaran secara detail terhadap permasalahan yang terjadi dan sering digunakan untuk mengidentifikasi akar penyebab permasalahan.

2. *5 Why Method*

Merupakan *tool* analisis sederhana yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi permasalahan secara mendalam dengan menjawab 5 *why*.

3. *Fishbone Diagram*

Merupakan *tool* yang sangat baik untuk mengidentifikasi akar penyebab permasalahan dalam jumlah besar dan mengelompokkan penyebab permasalahan dengan faktor tertentu.

4. *Cause and Effect Matric*

Merupakan matriks sebab akibat yang disajikan dalam bentuk tabel dan dilakukan pembobotan terhadap setiap faktor penyebab permasalahan.

5. *Root Cause Tree*

Merupakan *tool* analisis sebab akibat dari suatu permasalahan yang paling sesuai digunakan ketika permasalahan yang dianalisis kompleks.

Pada penelitian Tugas Akhir ini, *tool* yang digunakan adalah *5 ways* karena diperlukan analisis lebih dalam terhadap penyebab terjadinya permasalahan hingga ditemukan akar penyebab dari permasalahan yang terjadi

2.12 *Critical Review*

Lean assessment merupakan suatu metode yang digunakan untuk mengevaluasi implementasi dari *lean* di suatu perusahaan. Hasil evaluasi dengan menggunakan *lean assessment* dapat berupa kesiapan perusahaan untuk mengimplementasikan *lean* maupun *progress* implementasi *lean* yang telah dilakukan di perusahaan. Pemikiran yang mendasari munculnya metode *lean assessment* adalah semakin banyaknya perusahaan yang mengimplementasikan *lean* dengan pertimbangan daya saing yang ditawarkan oleh *lean*. Kesuksesan implementasi *lean* dipandang sebagai kemampuan meningkatkan daya saing yang signifikan oleh perusahaan dari implementasi *lean* tersebut.

Sedangkan *technology assessment* merupakan suatu metode yang digunakan untuk mengetahui kontribusi dari teknologi terhadap sistem bisnis yang dihasilkan oleh perusahaan. Sama halnya dengan *lean assessment*, *technology assessment* juga dapat digunakan untuk mengukur tingkat kesiapan penggunaan teknologi maupun untuk mengukur kontribusi dari teknologi itu sendiri. Penelitian terkait dengan *technology assessment* dipacu oleh semakin berkembang pesatnya teknologi informasi yang dikembangkan saat ini dan adanya tantangan

global yang dihadapi oleh berbagai perusahaan. *Lean* dan teknologi dapat digunakan oleh perusahaan sebagai strategi untuk menghadapi tantangan-tantangan global yang muncul. Sehingga perusahaan dapat bertahan dan mampu bersaing dengan kompetitor. Penggabungan antara *lean* dan teknologi sendiri muncul didasarkan pada trilogi kesuksesan transformasi *lean*, dimana kesuksesan *lean* sebagai strategi transformasi bisnis suatu organisasi juga dipengaruhi oleh aspek teknologi yang digunakan.

Untuk mengetahui posisi penelitian yang dilakukan, dilakukan *critical review* pada penelitian-penelitian pada bidang yang sama yang telah dilakukan sebelumnya. *Critical review* berikut menjelaskan secara rinci beberapa penelitian yang telah dilakukan pada topik penelitian yang akan dilakukan. Untuk mempermudah pemahaman terhadap perbedaan dari penelitian Tugas Akhir yang dilakukan dengan *critical review*, dilakukan rekap perbandingan sesuai dengan Tabel 2.10 berikut.

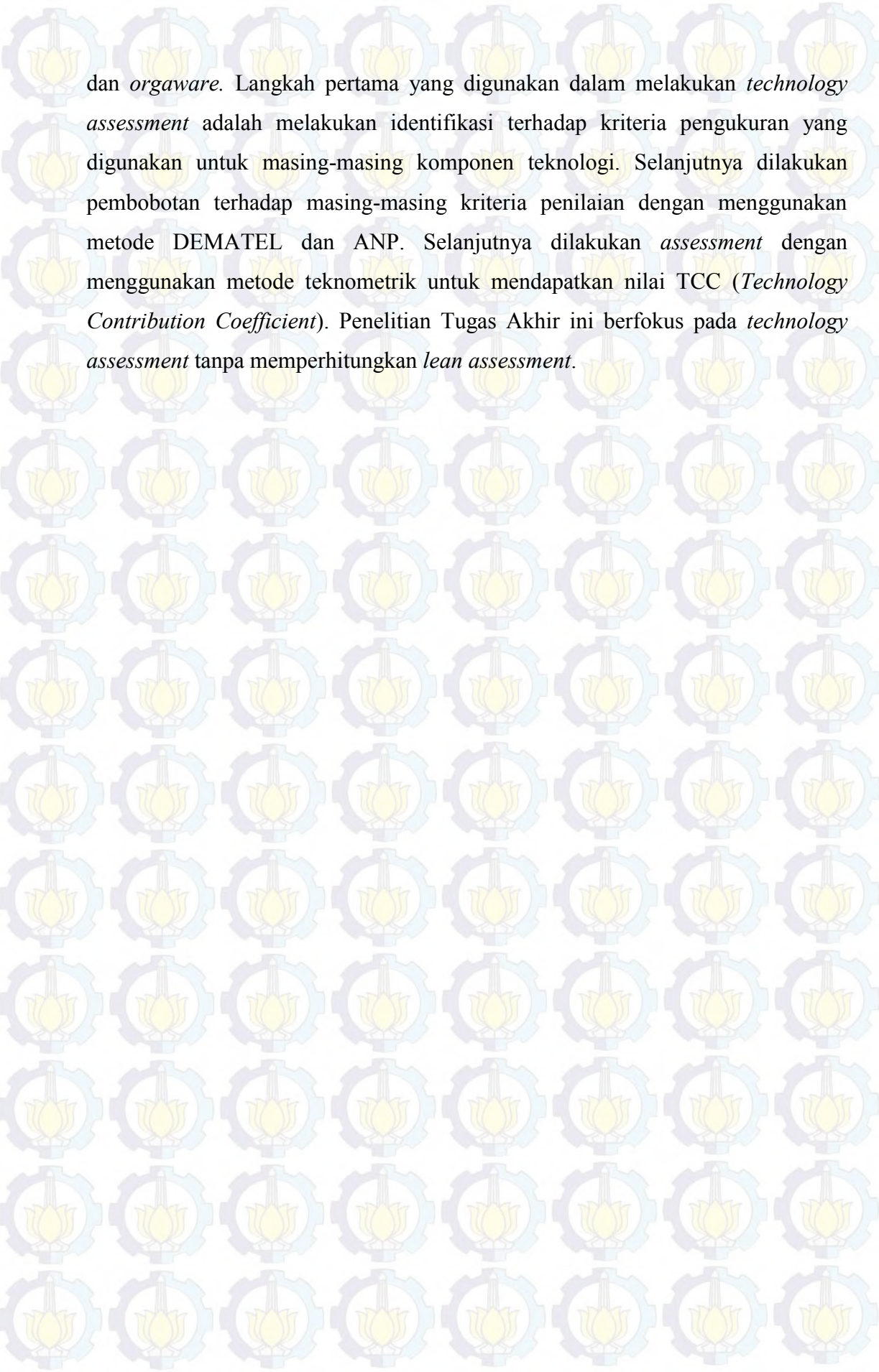
Penelitian terhadap *lean assessment* telah banyak dilakukan oleh para ahli, baik dari akademika maupun dari praktisi. Sedangkan penelitian Tugas Akhir sendiri masih jarang ditemui. Salah satu penelitian tentang *lean assessment* juga dilakukan oleh Farzad Behrouzi dan Kuan Yew Wong pada tahun 2011 dengan judul *Lean Performance Evaluation of Manufacturing Systems: A Dynamic and Innovative Approach*. Pada penelitian ini, penulis mengusulkan *lean assessment* dengan dua dimensi, yaitu *waste elimination* dan *just in time*. Kedua dimensi ini merupakan dimensi yang dapat diukur secara kuantitatif. Metode pengolahan data yang digunakan adalah *fuzzy set*. Peneliti menjelaskan secara detail langkah-langkah yang harus dilakukan dalam melakukan *lean assessment* dan *fuzzy set* yang digunakan untuk mengukur dimensi yang digunakan. Namun, pada penelitian ini tidak digunakan dimensi kualitatif dan komponen teknologi tidak dipertimbangkan.

Penelitian *lean assessment* juga dilakukan oleh Fatma Pakdil dan Karen Moustafa Leonard pada tahun 2014 yang berjudul *Criteria for A Lean Organisation: Development of a Lean Assessment Tool*. Pada penelitian tersebut diusulkan salah satu model yang dapat digunakan untuk melakukan *lean assessment*. Usulan model tersebut dilakukan berdasarkan pada *review* beberapa penelitian *lean assessment* yang telah dilakukan. Model *lean assessment*

yang diusulkan oleh Pakdil dan Leonard (2014) dilakukan dengan menggabungkan antara *qualitative lean assessment* dengan *quantitative lean assessment*. Berbagai indikator yang digunakan dalam *lean assessment* dijelaskan secara sekilas oleh penulis. Setelah diformulasikan model *lean assessment* yang diusulkan, penulis memberikan contoh penggunaan dari model tersebut, namun hanya untuk *quantitative lean assessment*. Metode yang digunakan untuk melakukan *assessment* adalah *fuzzy logic*. Pemilihan metode ini didasarkan pada sulitnya pencarian data dan adanya kemungkinan ketidakpresisian data yang digunakan.

Penelitian *lean assessment* juga dilakukan oleh Mohamed Ali Almomani, Abdelhakim Abdelhadi dan Ahmad Mumani pada tahun 2014 dengan judul *A Proposed Integrated Model of Lean Assessment and Analytical Hierarchy Process for A Dynamic Road Map of Lean Implementation*. Penelitian ini dilakukan dengan mengintegrasikan metode *aggregate score* dan AHP, namun untuk dimensi pengukuran yang berbeda. *Aggregate score* digunakan untuk mengukur dimensi *lean* berdasarkan tujuh perspektif, yaitu *employee issues*, *maintenance*, *supplier*, *safety*, *production*, *inventory*, dan *customer*. Sedangkan AHP digunakan untuk mengkuantitatifkan dimensi *lean* tersebut dan juga dimensi *lean* yang diusulkan oleh peneliti yang meliputi *cost*, *benefit*, *time to completion*, *technological capabilities*, *administrative constraints* dan *risk*. Hasil perhitungan dengan *aggregate score* dan AHP pada dimensi *lean* yang sama, yaitu berupa perspektif *lean* kemudian dibandingkan untuk mengetahui dimensi *lean* yang kritis dan perlu dilakukan *improvement*. Kelemahan dari penelitian ini adalah keseluruhan dimensi pengukuran yang digunakan adalah kualitatif, dimana dimensi pengukuran ini memungkinkan adanya bias dan pengukuran terhadap teknologi hanya berfokus pada kapabilitas dari teknologi yang digunakan. Selain itu, dimensi pengukuran yang digunakan tidak mengarah pada reduksi *waste* yang menjadi fokus utama *lean*.

Penelitian Tugas Akhir dengan topik *technology assessment* dilakukan oleh Arya Satya Amano pada tahun 2014 dengan judul *Application of Technology Assessment in Alumunium Box Production Unit Using Technometric and ANP Approach (Case Study: PT. X)*. Pada penelitian ini, penulis melakukan *assessment* terhadap keempat komponen teknologi, yaitu *technoware*, *humanware*, *Infoware*



dan *orgaware*. Langkah pertama yang digunakan dalam melakukan *technology assessment* adalah melakukan identifikasi terhadap kriteria pengukuran yang digunakan untuk masing-masing komponen teknologi. Selanjutnya dilakukan pembobotan terhadap masing-masing kriteria penilaian dengan menggunakan metode DEMATEL dan ANP. Selanjutnya dilakukan *assessment* dengan menggunakan metode teknometrik untuk mendapatkan nilai TCC (*Technology Contribution Coefficient*). Penelitian Tugas Akhir ini berfokus pada *technology assessment* tanpa memperhitungkan *lean assessment*.

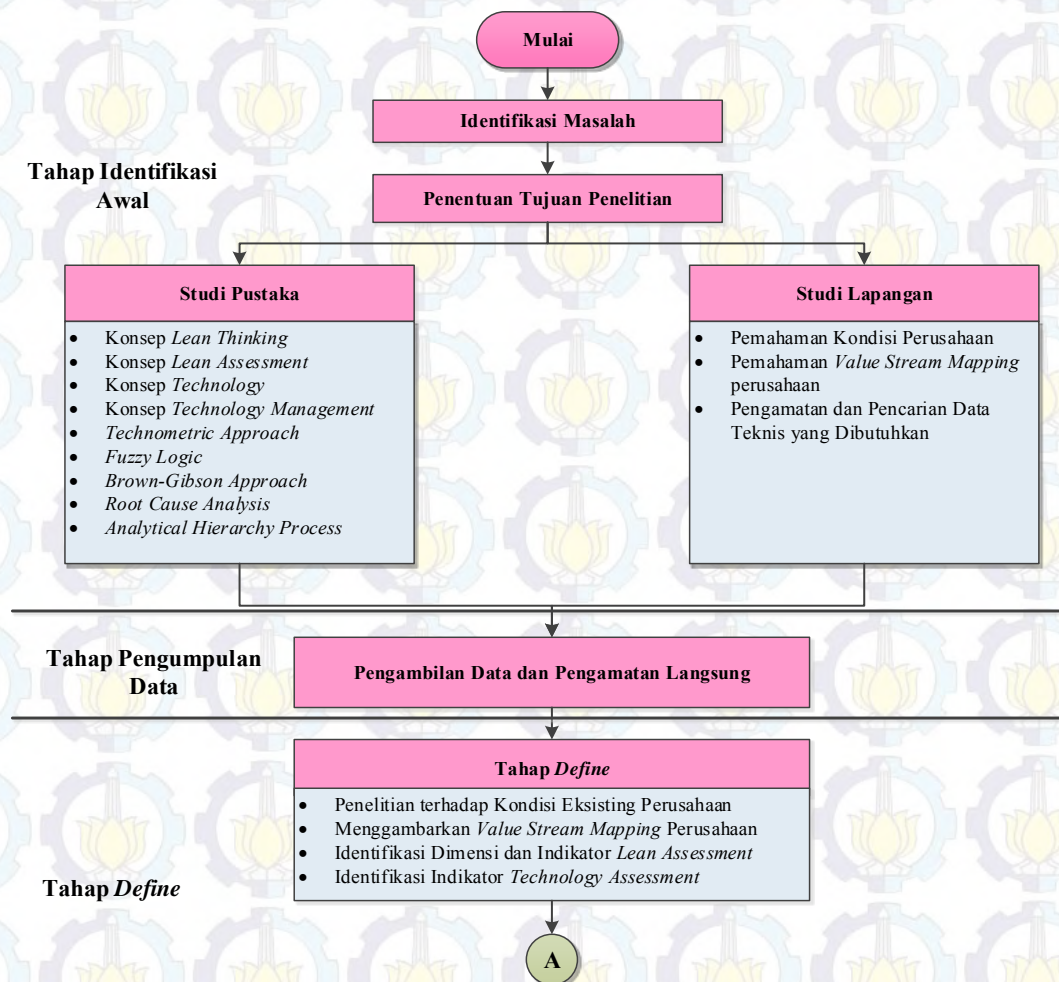
Tabel 2.10 Perbedaan Penelitian ini dengan Penelitian Sebelumnya

Judul Penelitian	Penulis	Tahun	Metodologi						
			<i>Qualitative Lean Assessment</i>	<i>Quantitative Lean Assessment</i>	<i>Technology Assessment</i>	<i>Fuzzy Logic</i>	<i>Techno metric</i>	AHP	ANP
<i>Lean Performance Evaluation of Manufacturing Systems: A Dynamic and Innovative Approach</i>	Farzad Behrouzi dan Kuan Yew Wong	2011		v		v			
<i>Criteria for A Lean Organisation: Development of A Lean Assessment Tool</i>	Fatma Pakdil dan Karen Moustafa Leonard	2014	v	v		v			
<i>A Proposed Integrated Model of Lean Assessment and Analytical Hierarchy Process for A Dynamic Road Map of Lean Implementation</i>	Mohamed Ali Almomani, Abdelhakim Abdelhadi dan Ahmad Mumani	2014	v					v	
<i>Application of Technology Assessment in Alumunium Box Production Unit Using Technometric and ANP Approach (Case Study: PT. X)</i>	Arya Satya Amano	2014			v		v		v
Peningkatan Performansi melalui Implementasi Lean dan Technology Assessment	Sri Wahyuni	2015	v	v	v	v	v	v	

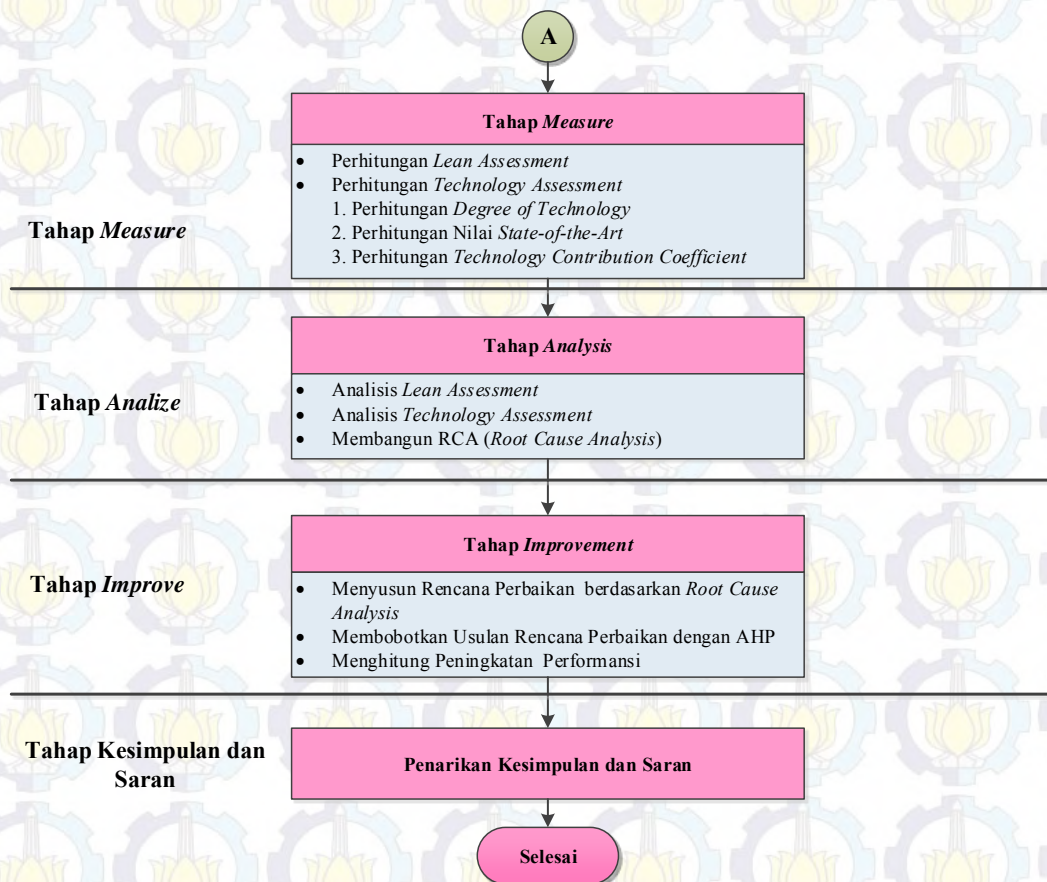
BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab Metodologi Penelitian ini akan dijelaskan mengenai alur pelaksanaan penelitian tugas akhir yang menjadi dasar dalam pelaksanaan penelitian. Metologi penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahap yang mengikuti *framework* DMAIC, yaitu tahap identifikasi identifikasi awal, tahap pengumpulan data, tahap *define*, tahap *measure*, tahap *analysis*, tahap *improve*, dan tahap penarikan kesimpulan dan saran. Gambar 3.1 berikut merupakan *flowchart* dari penelitian tugas akhir yang digunakan.



Gambar 3.1 Flowchart Metodologi Penelitian



Gambar 3.1 Flowchart Metodologi Penelitian (Lanjutan)

3.1 Tahap Identifikasi Awal

Tahap identifikasi awal merupakan tahap yang digunakan pada awal pelaksanaan penelitian. Aktivitas yang dilakukan pada tahap identifikasi awal ini antara lain:

a. Identifikasi Permasalahan

Identifikasi permasalahan dilakukan untuk mengetahui permasalahan yang terdapat di objek amatan yang menjadi fokus penelitian. Identifikasi permasalahan ini dilakukan dengan melakukan pengamatan secara langsung ke objek amatan dan *brainstorming* dengan tenaga kerja ahli yang terdapat di perusahaan. *Output* yang diharapkan dari aktivitas identifikasi permasalahan ini berupa rumusan permasalahan pada penelitian.

b. Penentuan Tujuan Penelitian

Aktivitas selanjutnya yang dilakukan pada tahap identifikasi awal ini adalah penentuan tujuan dari penelitian. Penentuan tujuan penelitian ini dilakukan

berdasarkan pada latar belakang pelaksanaan penelitian dan berorientasi pada kepentingan perusahaan. Penentuan tujuan penelitian ini mengacu pada rumusan permasalahan yang menjadi fokus penelitian yang telah ditetapkan sebelumnya. Sehingga penelitian yang dilakukan memiliki arah yang jelas serta tepat sasaran.

c. Studi Literatur

Aktivitas studi literatur dilakukan untuk mendapatkan metode yang sesuai yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan yang diangkat pada penelitian. Teori dan metode yang menjadi studi literatur dalam penelitian diperoleh dari buku, jurnal dan materi-materi perkuliahan yang berkaitan dengan permasalahan pada penelitian.

d. Studi Lapangan

Aktivitas studi lapangan dilakukan untuk mengetahui data-data yang diperlukan untuk melaksanakan penelitian serta memastikan studi literatur yang digunakan telah sesuai dengan kondisi eksisting dari objek penelitian.

3.2 Tahap Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh data-data yang dibutuhkan untuk melaksanakan penelitian. Data yang dikumpulkan pada tahap ini adalah data performansi perusahaan. Data yang diambil pada tahap ini dapat berupa data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang diambil secara langsung dari bagian yang menjadi objek amatan dan dengan wawancara dengan pegawai yang bertanggung jawab atas data yang bersangkutan. Sedangkan data sekunder merupakan data yang diperoleh dari rekapan laporan perusahaan pada bagian yang bersangkutan.

3.3 Tahap *Define*

Tahap ini dilakukan untuk mendefinisikan kondisi eksistig dari perusahaan. Tahap *define* pada penelitian ini dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

a. Penelitian terhadap Kondisi Eksisting Perusahaan

Pada tahap ini dilakukan pengamatan secara langsung ke perusahaan untuk mengetahui proses-proses, performansi dari perusahaan, serta pencapaian

perusahaan dari aktivitas produksi yang dijalankan. Pada tahap penelitian kondisi eksisting perusahaan ini juga dilakukan evaluasi terhadap implementasi *lean manufacturing* yang ada di perusahaan berdasarkan penelitian *lean manufacturing* yang telah dilakukan di perusahaan.

b. Menggambar *Value Stream* Perusahaan Kondisi Eksisting

Penggambaran *value stream* perusahaan dilakukan untuk mengetahui aliran yang terdapat di perusahaan, baik aliran informasi maupun aliran fisik (material). Sehingga dapat diketahui segala aktivitas yang terjadi sepanjang proses produksi yang terdapat di perusahaan. Pada penelitian ini penggambaran *value stream mapping* dilakukan dengan menggunakan *tool big picture mapping* dari penelitian yang telah dilakukan sebelumnya.

c. Identifikasi Dimensi dan Indikator *Lean Assessment*

Identifikasi dimensi dan indikator yang digunakan untuk melakukan *lean assessment* pada penelitian ini dilakukan dengan melakukan diskusi terhadap *expert* di perusahaan dengan berdasarkan pada salah satu jurnal yang digunakan. Jurnal yang digunakan merupakan jurnal hasil *review* dari beberapa penelitian sebelumnya dan memiliki variabel penilaian yang cukup lengkap. *Assessment* yang dilakukan terdiri dari *quantitative lean assessment* dan *qualitative lean assessment*.

d. Identifikasi Indikator *Technology Assessment*

Identifikasi indikator *technology assessment* dilakukan melakukan diskusi dengan *expert* yang ada di perusahaan dengan berdasarkan pada literatur yang digunakan pada penelitian. Identifikasi indikator dilakukan untuk setiap komponen teknologi, yaitu *technoware*, *humanware*, *Infoware* dan *orgaware*.

3.4 Tahap *Measure*

Tahap *measure* merupakan tahap yang dilakukan untuk melakukan pengukuran dan pengolahan terhadap data yang digunakan. Tahap *measure* terdiri dari:

1. Perhitungan *Lean Assessment*

Tahap perhitungan nilai *leanness* pada tiap indikator yang digunakan pada *lean assessment*. Perhitungan nilai *leanness* pada *quantitative lean assessment* dilakukan dengan menggunakan pendekatan *fuzzy*, sedangkan pada *qualitative lean*

assessment dilakukan dengan menggunakan pendekatan *aggregate scoring* pada *Lean Assessment Tool* (LAT). Hasil perhitungan antara *quantitative lean assessment* dan *qualitative lean assessment* akan dibobotkan dengan menggunakan metode Brown-Gibson.

2. Perhitungan *Technology Assessment*

Tahap perhitungan *technology assessment* ini dilakukan dengan menggunakan pendekatan teknometrik, dimana berdasarkan pendekatan tersebut, *technology assessment* dilakukan dengan melakukan perhitungan dengan tiga langkah sebagai berikut:

- a) Perhitungan *degree of technology*, yaitu menghitung derajat *sophistication* komponen teknologi dengan menentukan batas atas dan batas bawah dari penggunaan teknologi pada objek amatan,
- b) Perhitungan *state-of-the-art*, yaitu menghitung derajat kecanggihan komponen teknologi berdasarkan indikator penilaian tertentu,
- c) Perhitungan *technology contribution coefficient*, yaitu menghitung koefisien kontribusi teknologi secara keseluruhan. Perhitungan ini diawali dengan menghitung kontribusi dari masing-masing komponen teknologi, menghitung intensitas kontribusi komponen teknologi dengan menggunakan AHP kemudian menghitung persamaan TCC.

Nilai hasil perhitungan tersebut kemudian akan digambarkan pada THIO *contribution diagram* untuk mengetahui tingkat kontribusi dari masing-masing komponen teknologi.

3.5 Tahap *Analyze*

Tahap *analyze* pada penelitian Tugas Akhir ini meliputi beberapa aktivitas sebagai berikut:

1. Analisis *Lean Assessment*

Analisis pertama dilakukan untuk menganalisis hasil pengolahan data yang dilakukan pada *lean assessment*. Analisis ini dilakukan untuk mengetahui nilai *leanness* dari masing-masing dimensi yang digunakan dan mengetahui dimensi *lean assessment* yang kritis berdasarkan *lean radar chart* yang dibangun. Dimensi *lean*

yang kritis inilah yang kemudian menjadi fokus untuk melakukan perbaikan pada sistem.

2. Analisis *Technology Assessment*

Analisis selanjutnya dilakukan terhadap hasil pengolahan data pada *technology assessment* berdasarkan komponen teknologi yang digunakan. Analisis ini dilakukan untuk mengetahui komponen teknologi yang kritis yang perlu dilakukan perbaikan. Analisis ini didasarkan pada nilai *technology contribution coefficient* (TCC) yang telah di-plot pada diagram THIO.

3. Membangun RCA (*Root Cause Analysis*)

Penyusunan *root cause analysis* dilakukan untuk mengetahui akar penyebab dari masing-masing dimensi dan indikator *assessment* yang kritis di perusahaan. Penyusunan *root cause analysis* dilakukan dengan menggunakan metode 5 *whys*. Hasil penyusunan *root cause analysis* ini menjadi input pada penyusunan rencana strategis yang digunakan untuk meningkatkan performansi dan *value* perusahaan.

3.6 Tahap *Improve*

Pada tahap *improve* akan dilakukan *improvement* terhadap performansi dari perusahaan berdasarkan pada hasil analisis dan pengolahan data yang telah dilakukan sebelumnya. Tahap *improve* ini terdiri dari:

1. Menyusun Rencana Perbaikan berdasarkan *Root Cause Analysis*

Tahap pertama yang dilakukan untuk meningkatkan performansi perusahaan adalah dengan menyusun rencana perbaikan yang didasarkan hasil dari RCA. Sehingga rencana perbaikan yang disusun pada akhirnya dapat mengoptimalkan performansi perusahaan.

2. Membobotkan Usulan Rencana Perbaikan dengan AHP

Penentuan usulan rencana perbaikan yang optimal pada penelitian ini dilakukan secara kualitatif dengan menggunakan AHP. Penilaian dilakukan dengan menyebar kuisisioner kepada pihak manajemen yang terdiri dari manajer produksi permesinan, manajer produksi pengecoran, manajer *engineering*, manajer *maintenance*, manajer PPIC (*Production Planning & Inventory Control*) dan manajer pengendalian kualitas. Pembobotan ini dimaksudkan untuk mengetahui

preferensi dari pihak manajemen perusahaan terhadap usulan rencana perbaikan yang diberikan berdasarkan kriteria performansi yang telah ditentukan.

3. Menghitung Peningkatan Performansi

Setelah diketahui bobot dari masing-masing usulan rencana perbaikan, kemudian dilakukan perhitungan terhadap peningkatan performansi berdasarkan usulan rencana perbaikan yang memiliki bobot terendah. Hal ini dikarenakan usulan perbaikan dengan bobot terendah menunjukkan peningkatan performansi minimum yang dapat diperoleh perusahaan dari implementasi rencana perbaikan yang diusulkan dan dapat merepresentasikan peningkatan performansi pada keseluruhan usulan rencana perbaikan.

3.7 Tahap Penarikan Kesimpulan dan Saran

Tahap terakhir pada penelitian ini adalah tahap kesimpulan dan saran. Kesimpulan dilakukan berdasarkan pada tujuan penelitian yang telah ditentukan di awal. Sedangkan saran dilakukan untuk dapat memperbaiki penelitian yang akan dilakukan selanjutnya.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 4

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab Pengumpulan dan Pengolahan Data ini dilakukan tahap *define* dan tahap *measure* berdasarkan *framework* DMAIC *Six Sigma*. Pada tahap *define* dijelaskan gambaran umum objek penelitian, penggambaran *value stream mapping* perusahaan, identifikasi dimensi dan indikator *lean assessment* dan identifikasi indikator *technology assessment*. Sedangkan pada tahap *measure* dilakukan pengukuran pada *lean assessment* dan pengukuran pada *technology assessment* dengan menggunakan metode yang telah ditentukan.

4.1 Tahap *Define*

Pada tahap ini dilakukan penggambaran aliran informasi dan aliran fisik dari produk amatan serta identifikasi terhadap indikator yang digunakan untuk melakukan *assessment*.

4.1.1 Gambaran Umum Perusahaan

PT. Barata Indonesia (Persero) merupakan salah satu industri manufaktur di Indonesia yang berada dalam naungan BUMN. Perusahaan ini beroperasi sejak tahun 1971 di Jalan Ngagel 109 Surabaya. Namun pada tahun 2005 dilakukan relokasi ke Gresik, tepatnya di Jalan Veteran 241, Gresik karena adanya tuntutan perkembangan zaman dan pertimbangan pengembangan bisnis di kemudian hari.

Sebagai salah satu industri yang ingin terus berkembang, PT. Barata Indonesia (Persero) menetapkan visi, misi dan tujuan yang merupakan pondasi dalam penetapan kebijakan perusahaan. Visi dari PT. Barata Indonesia (Persero) adalah:

"PT. Barata Indonesia (Persero) menjadi perusahaan *Foundry, Metalworks* dan *Engingeering, Procurement & Construction* (EPC) yang tangguh"

sedangkan misi yang dimiliki oleh PT. Barata Indonesia (Persero) antara lain:

1. Melakukan kegiatan usaha *Foundry* dan *Metal Works* peralatan industri dan komponen untuk bidang Agro, Oil & Gas, *Power Plant* dan Pengairan

dengan mengoptimalkan sumber daya, sehingga memberikan nilai tambah bagi karyawan, pemesan, pemegang saham dan *stakeholder* lainnya.

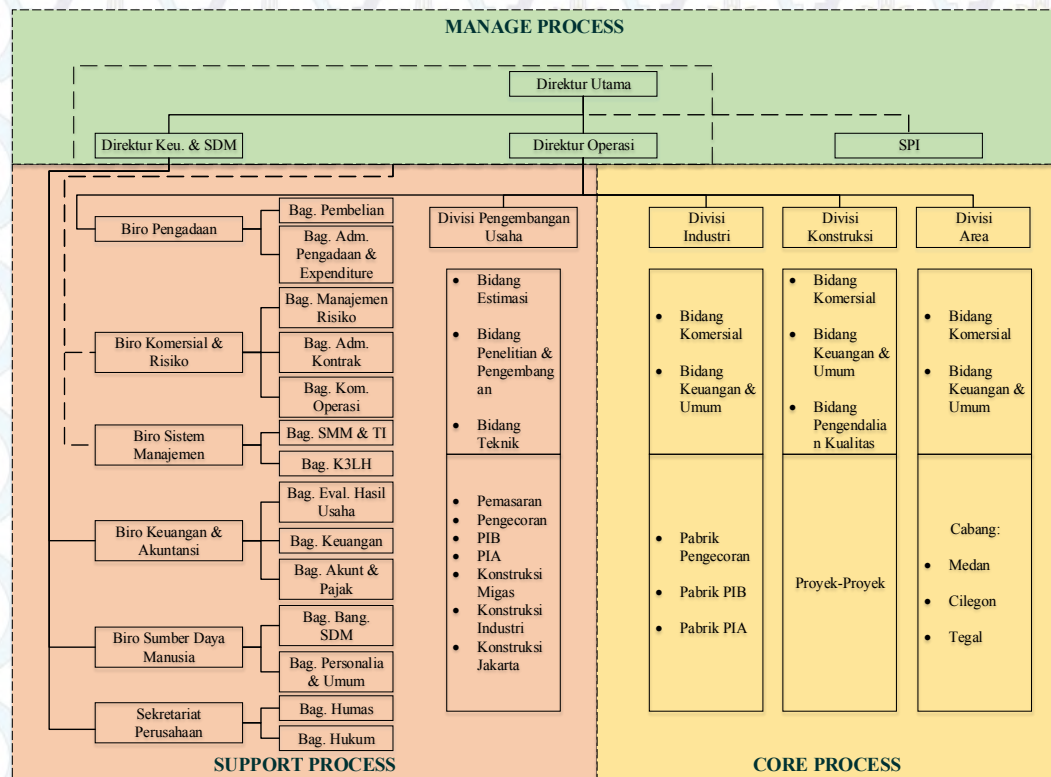
2. Melakukan kegiatan usaha *engineering, procurement & construction* untuk bidang Industri Agro, Industri Migas (*Tankage*) dan Industri Pembangkit Tenaga Listrik.

Berikut ini merupakan tujuan yang ingin dicapai oleh PT. Barata Indonesia (Persero) sebagai salah satu perusahaan BUMN yang terdapat di Indonesia:

1. Mendukung kemandirian dan kemajuan Industri Nasional,
2. Memberikan produk dan layanan yang berkualitas kepada pemesan dalam rangka menciptakan nilai yang prima,
3. Menghasilkan keuntungan bagi pemegang saham,
4. Menciptakan kesejahteraan, peningkatan kualitas dan kepuasan kerja karyawan.

PT. Barata Indonesia (Persero) yang berlokasi di Jalan Veteran 241, Gresik merupakan perusahaan induk dari PT. Barata, dimana hingga saat ini PT. Barata memiliki 3 cabang perusahaan yang dikenal dengan istilah SUB. Ketiga SUB tersebut meliputi SUB Tegal, SUB Cilegon, dan SUB Medan. Gambar 4.1 berikut menunjukkan struktur organisasi yang digunakan sebagai hirarki perusahaan dalam menjalankan sistem bisnis. Struktur organisasi yang digunakan oleh PT. Barata Indonesia (Persero) dapat diklasifikasikan berdasarkan *framework* CIMOSA. Klasifikasi tersebut meliputi *manage process*, *core process* dan *support process*. *Manage process* pada bagian struktur organisasi perusahaan merupakan level strategis dari perusahaan yang terdiri dari direktur utama, direktur keuangan & sumber daya manusia, direktur operasi dan SPI (Sistem Pengawasan Industri). *Manage process* pada PT. Barata Indonesia (Persero) merupakan bagian yang bertanggungjawab terhadap kebijakan perusahaan dan pencapaian visi dan misi perusahaan. Bagian struktur organisasi yang merupakan *core process* dari perusahaan adalah bagian industri yang bertanggungjawab terhadap pelaksanaan aktivitas operasional atau produksi di perusahaan. *Core process* pada PT. Barata

Indonesia (Persero) diemban oleh divisi industri, yang meliputi divisi industri, divisi konstruksi dan divisi area.



Gambar 4.1 Struktur Organisasi PT. Barata Indonesia (Persero) (Data Perusahaan, 2014)

Sedangkan *support process* pada PT. Barata Indonesia (Persero) dipegang oleh bagian pendukung jalannya aktivitas operasional perusahaan. *Support process* pada bagan struktur organisasi tersebut meliputi biro pengadaan, biro komersial & risiko, biro sistem manajemen, biro keuangan & akuntansi, biro sumber daya manusia, dan sekretariat perusahaan.

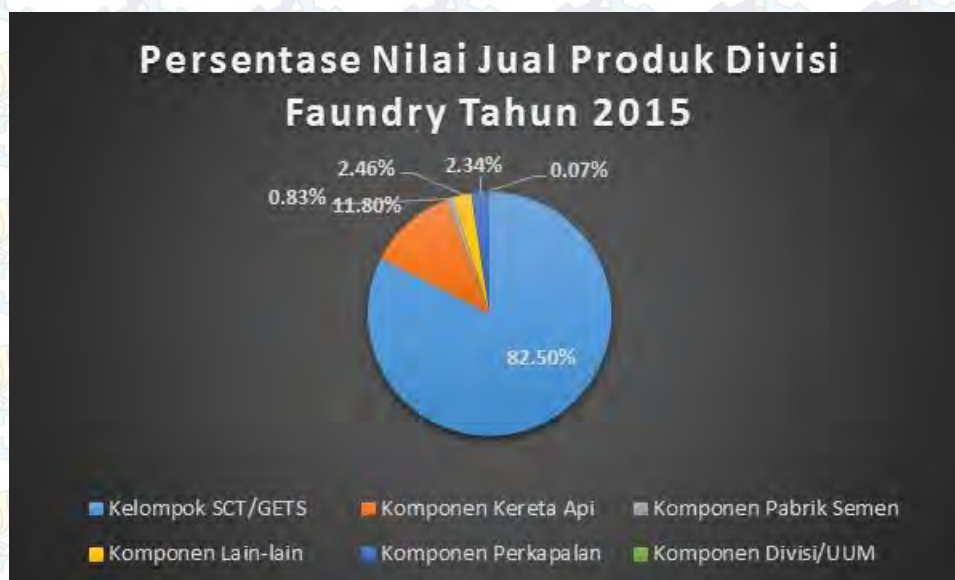
4.1.2 Gambaran Umum Pabrik Foundry

Pabrik *Foundry* merupakan salah satu pabrik industri yang ada di PT. Barata Indonesia (Persero). Proses produksi utama yang dijalankan oleh pabrik *Foundry* meliputi proses pengecoran dan proses permesinan. Beberapa produk yang dihasilkan oleh pabrik *Foundry* meliputi:

- Komponen SCT/GETS: *Boogie*

- Komponen kereta api: *Automatic Coupler, Shoulder/ Rail Clip, Housing Knuckle, Axle Box*
- Komponen pabrik semen: *Liners, Hammer Mills, Grate Plates, Wobblers, Nose Ring, Grinding Balls.*
- Komponen perkapalan: *Rudder Horn, Rudder Frame, Bollard, Jangkar*
- Komponen divisi/UUM: *Jaw Crusher, Impeller*
- Komponen lain-lain: Komponen pabrik kertas

Gambar 4.2 berikut merupakan persentase nilai jual produk yang dihasilkan Pabrik *Foundry* selama tahun 2015, yaitu periode Januari-September 2015.



Gambar 4.2 Nilai Jual Produk Januari-September 2015 (Data Perusahaan, 2015)

Berdasarkan Gambar 4.2 di atas, dapat dilihat bahwa produk yang memiliki nilai jual paling tinggi selama periode Januari-September 2015 adalah produk yang termasuk kelompok SCT/GETS, yaitu produk *Boogie*.

4.1.3 Evaluasi Penerapan *Lean* Pabrik *Foundry* PT. Barata Indonesia (Persero)

Pabrik *Foundry* PT. Barata Indonesia (Persero) merupakan salah satu *plant* yang dimiliki PT. Barata Indonesia (Persero). Proses produksi utama yang dijalankan adalah pengecoran dan permesinan. Produk utama yang dihasilkan oleh Pabrik *Foundry* adalah Boogie yang memiliki nilai jual tinggi atau dengan kata lain memiliki *value* tinggi. Permasalahan yang masih terjadi pada Pabrik *Foundry* mengindikasikan implementasi *lean* yang belum optimal di perusahaan. Evaluasi terhadap implementasi *lean* secara nyata dapat dilakukan dengan mengevaluasi implementasi dari rekomendasi implementasi *lean* berdasar penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Tabel 4.1 berikut merupakan hasil evaluasi terhadap implementasi rekomendasi dari penelitian yang dilakukan oleh Febriani (2010) dan Fitri (2013).

Tabel 4.1 Evaluasi Implementasi Rekomendasi Perbaikan Penelitian *Lean Manufacturing*

Rekomendasi Perbaikan	Progress	Keterangan
Pembuatan standar tentang pemakaian material daur ulang	Terlaksana	Perusahaan telah menetapkan standar terhadap menggunakan material dari hasil daur ulang. Namun, komposisi material daur ulang yang tidak sama dan batas material daur ulang menjadi kendala penggunaan material daur ulang
Memperketat inspeksi material yang datang dengan pembuatan <i>check list</i> material	Belum sepenuhnya terlaksana	<i>Checksheets</i> hanya digunakan untuk mendata material yang datang, hasil inspeksi dituangkan dalam bentuk <i>report</i> untuk kemudian menjadi acuan dalam menentukan penerimaan material dari <i>supplier</i>
Alokasi waktu untuk <i>training</i>	Belum sepenuhnya terlaksana	<i>Training</i> hanya diberikan kepada calon tenaga kerja tetap. Untuk tenaga kerja tidak tetap, khususnya tenaga kerja langsung dilakukan secara personal oleh supervisor departemen yang bersangkutan dan hanya kepada beberapa tenaga kerja saja
Memperbaiki sistem perekrutan	Terlaksana	Sistem <i>recruitment</i> yang digunakan untuk tenaga kerja langsung tidak tetap telah diperbaiki dengan menerapkan kebutuhan pengalaman kerja pada bidang yang sama dan keahlian tertentu. Sistem ini ditetapkan karena perusahaan tidak memberikan <i>training</i> pada tenaga kerja langsung. Sehingga tenaga kerja tersebut dituntut untuk memiliki keahlian pada proses yang dibebankan kepadanya

Tabel 4.1 Evaluasi Implementasi Rekomendasi Perbaikan Penelitian *Lean Manufacturing* (lanjutan)

Rekomendasi Perbaikan	Progress	Keterangan
Penerapan masa percobaan dan meningkatkan standar kelulusan bagi masa percobaan pekerja khususnya untuk karyawan tetap	Belum terlaksana	Status tenaga kerja tetap pada tenaga kerja langsung tidak dilakukan berdasarkan <i>recruitment</i> , melainkan berdasarkan pada kinerja dari tenaga kerja yang bersangkutan ketika menjadi tenaga kerja langsung tidak tetap. Sehingga masa percobaan yang diterima oleh tenaga kerja adalah masa beliau bekerja sebagai tenaga kerja tidak tetap dan tidak melalui periode percobaan tertentu
Sosialisasi tentang kualitas dan dampak dari tidak adanya kualitas	Belum sepenuhnya terlaksana	Sosialisasi terhadap pentingnya kualitas baru dilakukan terhadap beberapa elemen perusahaan dan tenaga kerja langsung. Belum dilakukan secara keseluruhan. Penggunaan tenaga kerja yang tidak tetap dan sistem kontrak menjadi kendala pengadaan sosialisasi pentingnya kualitas oleh perusahaan
Pengawasan pihak manajemen yang lebih ketat	Terlaksana	Pengawasan dilakukan dengan melibatkan seluruh elemen departemen Pengendalian Kualitas dengan langsung turun ke lantai produksi dan pengawasan berdasarkan pada <i>report</i>
Peninjauan kesesuaian <i>work instruction</i> dengan proses produksi yang telah berlangsung di lantai produksi	Terlaksana	Peninjauan selalu dilakukan dengan melakukan kontrol ke lantai produksi. Namun kebiasaan tenaga kerja menjadi kendala ketika ada perubahan pada <i>work instruction</i>
Memaksimalkan kapasitas	Belum sepenuhnya terlaksana	Rata-rata kapasitas terpakai mesin produksi berada di bawah kapasitas tersimpan mesin yang bersangkutan. Penggunaan kapasitas maksimal atau melebihi kapasitas hanya dilakukan ketika order banyak dan deadline pengiriman yang dekat
Merubah proses pembuatan pola dan <i>core box</i> yang semula dilakukan secara seri menjadi paralel	Belum sepenuhnya terlaksana	Penerapan sistem seri atau paralel pada proses pembuatan pola dan <i>core box</i> bergantung pada ketersediaan tenaga kerja. Namun lebih sering dilakukan secara seri
Pemberian papan peringatan patuh SOP di setiap stasiun kerja	Terlaksana	Pemberian papan peringatan baru-baru ini diadakan untuk masing-masing stasiun kerja. Namun, perhatian dari individu terhadap SOP yang telah yang masih kurang menjadi salah satu kendalanya
Pemberian alat bantu penataan seperti rak atau palet	Belum terlaksana	Palet hanya digunakan pada saat akan dilakukan pengiriman produk. Penggunaan pallet pada aktivitas produksi masih dirasa kurang. Sehingga belum dilakukan pengadaan pallet untuk aktivitas produksi
Melakukan <i>tempering</i> sesuai dengan rentang waktu seharusnya	Terlaksana	Kontrol pada lantai produksi dan sistem apel pagi menjadi salah satu metode yang dilakukan untuk memastikan <i>tempering</i> dilakukan secara tepat sesuai dengan waktu <i>tempering</i> yang tersedia pada gambar teknik
Memperbaiki sistem <i>preventive maintenance</i>	Terlaksana	Perusahaan telah menerapkan beberapa jenis sistem <i>maintenance</i> , seperti <i>preventive maintenance</i> , <i>corrective maintenance</i> , <i>autonomous maintenance</i> . Namun, persentase <i>downtime</i> yang terjadi selama tahun 2015 masih tinggi

4.1.4 Penggambaran *Value Stream Mapping* Perusahaan

Value stream mapping merupakan salah satu *tools lean manufacturing* yang digunakan untuk mengidentifikasi aliran material dan aliran informasi yang terjadi di perusahaan. *Value stream mapping* (VSM) pada penelitian ini digunakan untuk mengetahui efektifitas waktu dan proses yang digunakan oleh perusahaan untuk menghasilkan produk sesuai dengan pesanan konsumen. Penggambaran VSM ini dimaksudkan untuk memahami secara detail aktivitas operasional yang dilakukan oleh perusahaan dalam menjalankan proses bisnisnya. Penggambaran VSM pada subbab ini dilakukan dengan 3 tahapan, yaitu pemahaman aliran informasi di perusahaan, pemahaman aliran fisik/material, dan penggambaran VSM secara keseluruhan.

4.14.1 Aliran Informasi

Aliran informasi pada pelaksanaan aktivitas operasional yang terjadi di Pabrik *Foundry* meliputi:

1. Adanya pemesanan produk dengan spesifikasi tertentu yang dilakukan oleh *customer* melalui Departemen Pemasaran. Pada proses pemesanan ini dilakukan diskusi dan negosiasi terhadap detail pesanan yang dimaksudkan oleh *customer*.
2. Pesanan disampaikan ke Bagian *Engineering* untuk proses pembuatan desain gambar teknik produk dan standar proses yang harus dilakukan.
3. Dilakukan verifikasi terhadap gambar teknik oleh perusahaan dengan *customer*.
4. Gambar teknik yang telah diverifikasi oleh *customer* kemudian digambar secara detail ke dalam *sub drawing* oleh Bagian *Engineering* untuk kemudian diserahkan ke Bagian Produksi.
5. Bagian pemasaran melakukan koordinasi dengan pihak produksi terkait lama waktu pengerjaan yang sanggup dicapai agar pesanan dapat selesai sesuai dengan waktu yang disepakati dengan *customer*.
6. Setelah pesanan disepakati oleh perusahaan dan *customer*, kemudian dibuat perjanjian atau kontrak kerja.

7. Bagian pemasaran kemudian mengeluarkan *order card* yang kemudian diberikan kepada pihak produksi yang bertanggungjawab.
8. Pihak produksi, khususnya bagian *Engineering* kemudian membuat *Material Requisition List* (MRL) yang berisi kebutuhan material dalam periode waktu tertentu. MRL kemudian diserahkan ke bagian Pengadaan untuk dilakukan pengadaan material.
9. Bagian Pengadaan melakukan pemesanan kepada *supplier* untuk pemenuhan kebutuhan bahan baku.
10. Bahan baku yang telah dikirim oleh *supplier* dan sampai di perusahaan kemudian diinspeksi oleh bagian Pengendalian Kualitas (PK) untuk memastikan bahan baku yang datang sesuai dengan spesifikasi kualitas yang ditetapkan.
11. Bagian Produksi melakukan koordinasi dengan bagian PPIC untuk melakukan penjadwalan produksi agar penyelesaian produksi sesuai dengan *order card*.
12. Bagian PPIC melakukan koordinasi dengan bagian Pengendalian Kualitas untuk mengawasi jalannya aktivitas produksi agar hasil produksi memenuhi spesifikasi kualitas yang diinginkan.

4.14.2 Aliran Fisik/Material

Berikut merupakan aliran fisik/material yang terdapat pada proses produksi yang dilakukan oleh Pabrik *Foundry*:

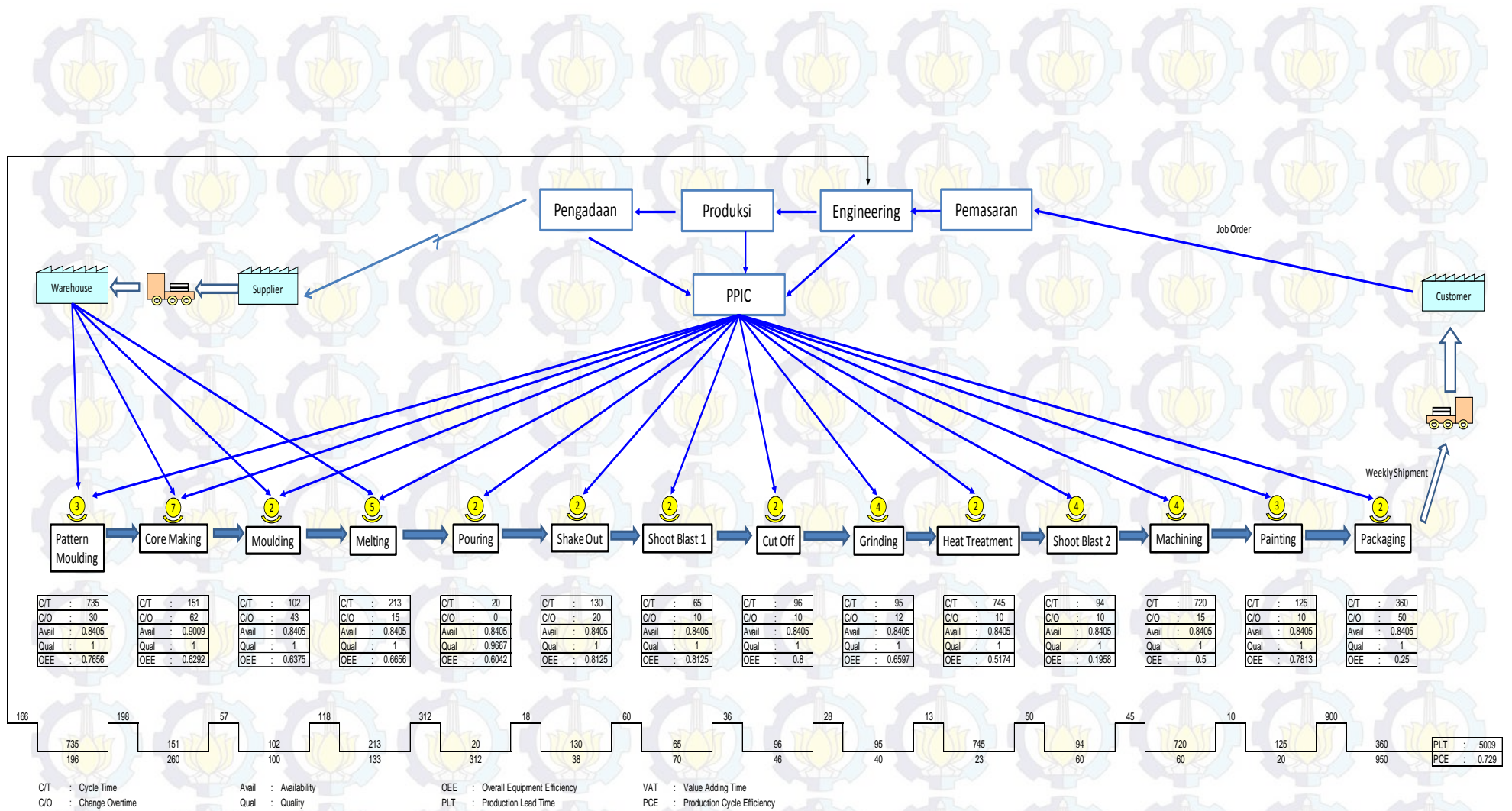
1. Bahan baku dari *supplier* diterima oleh bagian Gudang, kemudian dilakukan inspeksi oleh bagian Pengendalian Kualitas untuk memastikan bahan baku memenuhi spesifikasi kualitas yang diinginkan.
2. Pembuatan cetakan dimulai dengan membuat *pattern* atau pola sesuai dengan spesifikasi produk yang diinginkan. Selanjutnya dilakukan proses pembuatan *core* atau isi dari cetakan.
3. Selanjutnya dilakukan pembuatan *mould* atau cetakan. Proses pengecoran yang umumnya dilakukan oleh Pabrik *Foundry* adalah *sand casting*. Sehingga bahan baku utama yang digunakan pada proses *moulding* ini adalah pasir dan pepset. Pada proses ini juga dilakukan

penggabungan *core* dengan *mould* dan penggabungan *mould* bagian atas dan bagian bawah.

4. Selanjutnya dilakukan proses peleburan atau yang dikenal dengan proses *melting* pada bahan *ferro* maupun *non ferro* dengan menggunakan dua mesin utama, yaitu mesin *arc furnace* dan mesin *induction* yang memiliki kapasitas masing-masing.
5. Setelah peleburan selesai, kemudian dilakukan penuangan leburan atau proses *pouring* dari tungku ke *ladle* (*tapping*) untuk selanjutnya dituangkan pada cetakan yang telah dibuat. Sebelum dilanjutkan ke proses selanjutnya, dilakukan pendinginan dalam kurun waktu tertentu.
6. Proses selanjutnya adalah proses *shake out*. Proses *shake out* dilakukan untuk mengeluarkan hasil *casting* dari cetakan dengan cara menggoncangkan cetakan (prinsip kalibrasi) untuk menghancurkan pasir cetakan.
7. Hasil cetakan kemudian dibersihkan dari pasir-pasir yang masih menempel dengan cara menembakkan butiran logam kecil. Proses ini disebut proses *shoot blast* dengan menggunakan *hanger* atau *table shoot blast*.
8. Proses selanjutnya adalah pemotongan pada produk hasil *casting* untuk mendapatkan kerataan permukaan yang sama dan kemudian dilakukan gerinda untuk menghaluskan permukaan produk *casting*.
9. Proses selanjutnya adalah proses *heat treatment*, yaitu proses yang dilakukan untuk menetralkan tegangan pada masing-masing bagian produk hasil *casting*. Hasil *heat treatment* kemudian dibersihkan kembali dengan proses *shoot blast*.
10. Untuk menghasilkan produk yang sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan, kemudian dilakukan proses *machining* pada produk.
11. Selanjutnya dilakukan pengecatan (*painting*). Setelah produk selesai dicat, produk siap untuk dikemas dan dikirim ke *customer*

4.14.3 VSM Pabrik Foundry

Berdasarkan aliran informasi dan aliran material yang berjalan di perusahaan, kemudian digambarkan secara detail ke dalam VSM. Gambar 4.3 berikut merupakan VSM dari proses produksi yang dijalankan di Pabrik *Foundry* dalam memenuhi *demand* dari *customer*:



Gambar 4.3 Value Stream Mapping Pabrik Foundry PT. Barata Indonesia (Persero)

4.1.5 Identifikasi Dimensi dan Indikator *Lean Assessment*

Pada subbab ini dilakukan identifikasi terhadap dimensi dan indikator yang digunakan untuk melakukan *assessment* terhadap implementasi *lean* pada Pabrik *Foundry*. Identifikasi terhadap dimensi dan indikator ini dilakukan berdasar jurnal yang berjudul “*Criteria for Lean Organization: Development of a Lean Assessment Tool*” yang ditulis oleh Pakdil & Leonard (2014), dimana pada jurnal ini dikombinasikan antara *quantitative assessment* dan *qualitative assessment* serta diskusi dengan *expert* perusahaan. *Lean assessment* berdasar jurnal ini difokuskan pada eliminasi terhadap beberapa jenis pemborosan yang termasuk dalam tujuh pemborosan. Tabel 4.2 berikut merupakan hubungan antara dimensi *lean assessment* yang digunakan terhadap pemborosan pada konsep *lean*.

Tabel 4.2 Hubungan Dimensi *Lean Assessment* dan Pemborosan

Dimensi	Pemborosan (Waste)	Keterangan
Efektifitas Waktu	<i>Waiting Time</i>	Menunjukkan <u>penggunaan waktu yang tersedia</u> untuk dapat menghasilkan <i>output</i> sesuai dengan yang ditargetkan. Efektifitas waktu yang tinggi menunjukkan waktu yang tersedia digunakan secara optimal dan waktu tunggu yang singkat
Kualitas	<i>Correction of Defect</i>	Menunjukkan <u>komitmen perusahaan</u> untuk menghasilkan <u>produk berkualitas tinggi</u> yang merupakan salah satu tuntutan global yang dihadapi oleh perusahaan
Proses	<i>Oves Processing</i>	Menunjukkan <u>optimalitas proses</u> yang digunakan oleh perusahaan dalam menghasilkan produk yang sesuai dengan pesanan <i>customer</i> , khususnya untuk melakukan perbaikan dalam hal efisiensi, kecepatan respon dan fleksibilitas produksi
Biaya	-	Menunjukkan <u>penggunaan alokasi biaya</u> pada aktivitas operasional yang dilakukan oleh perusahaan, dimana konsep <i>lean</i> menekankan pada reduksi biaya yang harus terus diupayakan untuk menghasilkan sistem produksi yang <i>lean</i>
Sumber Daya Manusia	<i>Over Motion</i>	Menunjukkan <u>strategi manajemen sumber daya manusia</u> yang dilakukan perusahaan dalam upaya mengoptimalkan kemampuan dan keahlian sumber daya untuk melakukan aktivitas operasional perusahaan

Tabel 4.2 Hubungan Dimensi *Lean Assessment* dan Pemborosan (Lanjutan)

Dimensi	Pemborosan (Waste)	Keterangan
Pengiriman	<i>Over Handling</i>	Menunjukkan performansi pengiriman dan keandalan pengiriman yang dilakukan oleh perusahaan, baik dalam lingkup internal maupun eksternal untuk dapat mereduksi biaya dan <i>lead time</i>
Pelanggan	-	Menunjukkan kemampuan perusahaan dalam menjaga hubungan dengan customer yang merupakan subjek pengguna produk yang dihasilkan perusahaan
<i>Inventory</i>	<i>Excess Inventory</i> dan <i>Over Production</i>	Menunjukkan kemampuan perusahaan dalam melakukan manajemen terhadap persediaan yang berkaitan dengan ketepatan <i>forecast</i> kebutuhan persediaan dan ketepatan dalam menentukan target produksi untuk meminimalisir adanya persediaan, dimana persediaan merupakan salah satu sumber pemborosan terbesar

Lean assessment pada penelitian ini dilakukan secara kuantitatif dan kualitatif sesuai dengan referensi yang digunakan. Dimensi yang digunakan pada *quantitative lean assessment* meliputi delapan dimensi, yaitu efektifitas waktu, kualitas, proses, biaya, sumber daya manusia, pengiriman, pelanggan dan *inventory*. Sedangkan dimensi yang digunakan pada *qualitative lean assessment* meliputi lima dimensi, yaitu kualitas, pelanggan, proses, sumber daya manusia, dan pengiriman.

4.1.5.1 *Quantitative Lean Assessment*

Quantitative lean assessment merupakan pengukuran terhadap dimensi *lean* berdasarkan indikator-indikator yang dapat dinilai secara numerik (angka). Pengukuran pada dimensi ini didasarkan pada data historis perusahaan dan hasil pengamatan yang dilakukan secara langsung pada aktivitas operasional yang dilakukan oleh perusahaan. Berikut merupakan detail dari indikator yang digunakan pada *quantitative lean assessment* berdasarkan dimensi pengukuran yang digunakan.

a. Dimensi Efektifitas Waktu

Tabel 4.3 berikut merupakan indikator-indikator yang digunakan sebagai indikator penilaian pada dimensi efektifitas waktu beserta penjelasan singkat dari indikator yang digunakan.

Tabel 4.3 Indikator Penilaian Dimensi Efektifitas Waktu

Kode	Indikator	Keterangan
T1	Rata-rata waktu <i>setup</i> per unit	Merupakan <u>waktu rata-rata yang dibutuhkan untuk melakukan <i>setup</i></u> sebelum maupun selama proses produksi berjalan
T2	Rasio waktu <i>setup</i> dengan total waktu produksi	Menunjukkan <u>penggunaan waktu produksi total untuk aktivitas <i>setup</i></u> , baik <i>setup</i> sebelum maupun selama produksi
T3	Rata-rata <i>lead time</i> per unit	Merupakan <u>rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan satu unit produk</u> berdasarkan proses produksi yang dilakukan
T4	Waktu siklus	Menunjukkan <u>efisiensi waktu</u> yang digunakan untuk memproduksi unit produk
T5	<i>Takt time</i>	Menunjukkan <u>waktu yang diinginkan konsumen</u> perusahaan dapat memenuhi pesanan yang dilakukan
T6	Rasio <i>takt time</i> dengan waktu siklus	Menunjukkan <u>performansi perusahaan</u> dalam memenuhi permintaan konsumen
T7	Rasio total <i>downtime</i> dengan total waktu permesinan	Menunjukkan <u>ketersediaan jam mesin</u> untuk melakukan proses produksi
T8	Rasio total waktu <i>emergency repair</i> dengan total waktu <i>maintenance</i>	Menunjukkan <u>efektifitas aktivitas <i>maintenance</i></u> yang dilakukan

b. Dimensi Kualitas

Tabel 4.4 berikut menjelaskan indikator-indikator yang digunakan sebagai indikator penilaian pada dimensi efektifitas waktu beserta penjelasan singkat dari indikator yang digunakan.

Tabel 4.4 Indikator Penilaian Dimensi Kualitas

Kode	Indikator	Keterangan
Q1	<i>Defect rate</i>	Menunjukkan <u>peluang terjadinya produk cacat</u> dari sejumlah unit produksi tertentu
Q2	Rasio total biaya untuk produk cacat dengan total penjualan	Menunjukkan <u>penggunaan biaya untuk produk cacat</u> , baik biaya <i>loss</i> maupun biaya untuk memperbaiki produk yang cacat
Q3	<i>Rework rate</i>	Menunjukkan <u>peluang terjadinya produk yang memerlukan proses ulang</u> dari proses produksi
Q4	Rasio total biaya untuk produk <i>rework</i> dengan total penjualan	Menunjukkan <u>penggunaan biaya untuk melakukan proses ulang pada produk yang cacat</u>
Q5	<i>Scrap rate</i>	Menunjukkan <u>peluang terjadinya produk scrap</u> dari proses produksi
Q6	Rasio total biaya untuk <i>scrap</i> dengan total penjualan	Menunjukkan <u>persentase penggunaan biaya untuk produk scrap</u> berdasarkan penjualan

Tabel 4.4 Indikator Penilaian Dimensi Kualitas (Lanjutan)

Kode	Indikator	Keterangan
Q7	Rasio total biaya untuk <i>scrap</i> dengan total biaya produksi	Menunjukkan <u>persentase penggunaan biaya</u> untuk berdasarkan biaya produksi
Q8	Laju kegagalan pada inspeksi akhir	Menunjukkan <u>peluang terjadinya produk cacat</u> pada aktivitas <u>inspeksi akhir</u> sebelum produk dikirim ke konsumen
Q9	Rasio jumlah peralatan poka yoke dengan total produk <i>defect</i>	Menunjukkan <u>ketersediaan peralatan pendeteksi adanya kegagalan</u> pada proses produk sehingga produk cacat dapat diminimalisir
Q10	Persentase inspeksi yang dilakukan secara <i>autonomous</i>	Menunjukkan <u>keterlibatan tenaga kerja langsung</u> dalam melakukan inspeksi terhadap produk yang dihasilkan dari proses yang diemban
Q11	Rasio jumlah inspektor dengan jumlah tenaga kerja	Menunjukkan <u>ketersediaan tenaga inspektor</u> dan kemampuan tenaga kerja dalam melakukan inspeksi terhadap keseluruhan tenaga kerja di perusahaan

c. Dimensi Proses

Tabel 4.5 berikut merupakan indikator-indikator yang digunakan untuk melakukan pengukuran terhadap dimensi proses beserta penjelasan singkat dari indikator yang bersangkutan.

Tabel 4.5 Indikator Penilaian Dimensi Proses

Kode	Indikator	Keterangan
P1	OEE	Menunjukkan <u>tingkat efektifitas dari peralatan</u> yang digunakan dalam sistem, khususnya peralatan yang kritis untuk produksi
P2	Rasio luas area untuk perbaikan dengan luas keseluruhan area	Menunjukkan ketersediaan area untuk melakukan perbaikan, khususnya perbaikan untuk fasilitas yang digunakan untuk aktivitas operasional
P3	Rasio kapasitas <i>idle</i> dengan total kapasitas	Menunjukkan <u>tingkat penggunaan kapasitas</u> sistem
P4	Produktivitas	Menunjukkan <u>tingkat produktivitas</u> , baik dari material, tenaga kerja maupun peralatan yang digunakan

d. Dimensi Biaya

Tabel 4.6 berikut merupakan indikator-indikator yang digunakan untuk melakukan pengukuran terhadap dimensi biaya beserta penjelasan singkat dari indikator yang bersangkutan.

Tabel 4.6 Indikator Penilaian Dimensi Biaya

Kode	Indikator	Keterangan
B1	Rasio total biaya transportasi per tahun dengan total penjualan	Menunjukkan <u>penggunaan biaya</u> untuk melakukan transportasi, baik untuk <u>pengadaan material</u> maupun untuk <u>pengiriman produk</u>
B2	Rasio biaya <i>inventory</i> dengan total penjualan	Menunjukkan <u>persentase penggunaan biaya</u> untuk menunjukkan <u>persediaan</u> di gudang terhadap total penjualan yang dihasilkan
B3	Rasio biaya garansi dengan total penjualan	Menunjukkan persentase biaya garansi sebagai jaminan atau <u>after sales service</u> yang diberikan oleh perusahaan kepada konsumen terhadap total penjualan yang dilakukan
B4	Rasio total biaya untuk produk dengan kualitas rendah dengan total penjualan	Menunjukkan persentase <u>biaya</u> yang ditanggung oleh perusahaan karena adanya <u>produk berkualitas rendah</u> terhadap total penjualan. Biaya ini juga dapat dikatakan sebagai <u>loss sales</u>
B5	Rasio total biaya dengan total penjualan	Menunjukkan <u>profit margin</u> yang diterima perusahaan dari aktivitas produksi
B6	Rata-rata biaya per unit	Menunjukkan <u>biaya produksi</u> untuk satu unit produk
B7	Rasio total biaya untuk menghindari adanya produk <i>defect</i> dengan total biaya	Menunjukkan persentase <u>biaya</u> yang ditanggung perusahaan akibat adanya <u>risiko kualitas</u> dari proses produksi yang digunakan.
B8	Rasio total biaya untuk menghindari adanya produk <i>defect</i> dengan total penjualan	Menunjukkan persentase <u>biaya</u> yang ditanggung perusahaan akibat adanya <u>risiko kualitas</u> dari proses produksi yang digunakan.
B9	Rasio profit setelah pajak dan bunga dengan total penjualan	Menunjukkan <u>net profit margin</u> yang diterima oleh perusahaan dari penjualan produk

e. Dimensi Sumber Daya Manusia

Tabel 4.7 berikut merupakan indikator-indikator yang digunakan untuk melakukan pengukuran terhadap dimensi sumber daya manusia beserta penjelasan singkat dari indikator yang bersangkutan.

Tabel 4.7 Indikator Penilaian Dimensi Sumber Daya Manusia

Kode	Indikator	Keterangan
H1	<i>Labor Turnover Rate</i>	Menunjukkan <u>kemampuan manajemen</u> yang dilakukan oleh perusahaan untuk menciptakan <u>lingkungan kerja yang dinamis</u> dan <u>nyaman bagi tenaga kerja</u>
H2	Laju absensi tenaga kerja	Menunjukkan <u>ketersediaan tenaga kerja</u> untuk melakukan aktivitas operasional

Tabel 4.7 Indikator Penilaian Dimensi Sumber Daya Manusia (Lanjutan)

Kode	Indikator	Keterangan
H3	Rasio jumlah manajer dengan total tenaga kerja	Menunjukkan beban kerja kepemimpinan yang diemban oleh manajer untuk dapat memimpin sejumlah tenaga kerja yang berada di hirarki bawahnya
H4	Rasio jumlah saran dengan total tenaga kerja	Menunjukkan tingkat keaktifan dari tenaga kerja dalam menunjang perbaikan pada sistem
H5	Rasio jumlah saran yang diimplementasikan dengan total saran	Menunjukkan tingkat keterlibatan tenaga kerja dalam menunjang perbaikan sistem
H6	Rasio jumlah tenaga yang bekerja secara tim dengan jumlah tenaga kerja	Menunjukkan kemampuan perusahaan dalam meningkatkan kemampuan kerjasama tim tenaga kerja dalam menunjang stabilitas perusahaan dan ketercapaian tujuan perusahaan
H7	Rasio <i>job classification</i> dengan total tenaga kerja	Menunjukkan efisiensi penggunaan tenaga kerja terhadap <i>job classification</i> yang digunakan oleh perusahaan
H8	Jumlah hirarki level pada stuktur organisasi	Menunjukkan struktur kerja dan klasifikasi kerja yang dimiliki oleh perusahaan
H9	Rasio jumlah tenaga kerja langsung dengan total tenaga kerja tidak langsung	Menunjukkan efektifitas penggunaan tenaga kerja untuk mendorong aktivitas operasional perusahaan
H10	Rasio jumlah tenaga kerja yang terlibat dalam <i>lean</i> dengan jumlah tenaga kerja	Menunjukkan tingkat keterlibatan tenaga kerja dalam menunjang implementasi lean pada sistem
H11	Rasio jumlah tim penyelesaian permasalahan dengan total tenaga kerja	Menunjukkan keterlibatan tenaga kerja dalam pemecahan permasalahan yang dialami oleh tenaga kerja
H12	<i>Sales</i> per tenaga kerja	Menunjukkan produktivitas tenaga kerja dalam mendukung ketercapaian target <i>sales</i> perusahaan

f. Dimensi Pengiriman

Tabel 4.8 erikut merupakan indikator-indikator yang digunakan untuk melakukan pengukuran terhadap dimensi pengiriman beserta penjelasan singkat dari indikator yang bersangkutan.

Tabel 4.8 Indikator Penilaian Dimensi Pengiriman

Kode	Indikator	Keterangan
D1	Rasio jumlah perpindahan <i>part</i> dengan total penjualan	Menunjukkan efisiensi layout produksi yang digunakan guna menunjang perpindahan material untuk dapat mengurangi lead time dan biaya operasional
D2	Rasio jarak perpindahan material dengan total penjualan	

Tabel 4.8 Indikator Penilaian Dimensi Pengiriman (Lanjutan)

No	Indikator	Keterangan
D3	Rata-rata waktu penyelesaian <i>order</i>	Menunjukkan <u>kemampuan</u> perusahaan untuk <u>menyelesaian pesanan</u> dari konsumen
D4	Rasio waktu proses dengan total <i>order</i>	Menunjukkan <u>workload</u> yang ditanggung oleh perusahaan untuk dapat memenuhi pesanan
D5	Rasio <i>order</i> yang telat pengirimannya dengan jumlah pengiriman per tahun	Menunjukkan <u>performansi pengiriman</u> yang dilakukan oleh perusahaan dalam rangka memenuhi <u>deadline</u> pengiriman yang telah disepakati dengan konsumen

g. Dimensi Pelanggan

Tabel 4.9 berikut merupakan indikator-indikator yang digunakan untuk melakukan pengukuran terhadap dimensi pengiriman beserta penjelasan singkat dari indikator yang bersangkutan.

Tabel 4.9 Indikator Penilaian Dimensi Pelanggan

Kode	Indikator	Keterangan
C1	<i>Customer Satisfaction Index (CSI)</i>	Menunjukkan <u>tingkat kepuasan konsumen</u> terhadap <u>pelayanan dan performansi</u> perusahaan dalam memenuhi pesanan yang dilakukan
C2	Laju komplain dari pelanggan	
C3	<i>Market Share</i>	Menunjukkan <u>pangsa pasar</u> yang dikuasai oleh perusahaan berdasarkan produk yang dihasilkan
C4	<i>Customer Retention Rate (CRR)</i>	Menunjukkan <u>kemampuan manajemen konsumen</u> yang dilakukan oleh perusahaan
C5	Rasio jumlah produk yang dikembalikan oleh pelanggan dengan total pelanggan	Menunjukkan <u>tingkat kepuasan konsumen</u> terhadap <u>performansi perusahaan</u> dalam memenuhi spesifikasi kualitas produk yang diinginkan oleh konsumen

h. Dimensi *Inventory*

Tabel 4.10 berikut merupakan indikator-indikator yang digunakan untuk melakukan pengukuran terhadap dimensi pengiriman beserta penjelasan singkat dari indikator yang bersangkutan.

Tabel 4.10 Indikator Penilaian Dimensi *Inventory*

Kode	Indikator	Keterangan
I1	Rasio jumlah <i>supplier</i> dengan jumlah item di gudang	Menunjukkan efisiensi penggunaan <i>supplier</i> terhadap kebutuhan material untuk melakukan proses produksi
I2	<i>Inventory turn over rate</i>	Menunjukkan laju perputaran barang-barang yang terdapat digudang, baik karena digunakan maupun karena terjual
I3	Rasio total <i>inventory</i> dengan total penjualan	Menunjukkan efisiensi persediaan yang dilakukan oleh perusahaan agar dapat meminimalisir biaya persediaan
I4	Rasio <i>inventory</i> untuk material dengan total <i>inventory</i>	Menunjukkan persentase persediaan material yang digunakan untuk persediaan terhadap total persediaan yang dilakukan oleh perusahaan
I5	Rasio total WIP dengan total penjualan	Menunjukkan persentase biaya yang ditanggung oleh perusahaan karena adanya persediaan dalam bentuk WIP terhadap total penjualan yang dilakukan oleh perusahaan
I6	Rasio material dan WIP dengan <i>asset</i> saat ini	Menunjukkan efektifitas adanya persediaan dalam bentuk material dan WIP terhadap asset yang saat ini dimiliki oleh perusahaan
I7	Rasio <i>inventory</i> untuk <i>finished good</i> dengan total <i>inventory</i>	Menunjukkan persentase persediaan dalam bentuk finished good yang dilakukan oleh perusahaan terhadap total persediaan
I8	Rasio <i>inventory</i> untuk <i>finished good</i> dengan <i>asset</i> saat ini	Menunjukkan efektifitas adanya persediaan dalam bentuk finished good terhadap asset yang dimiliki oleh perusahaan

4.1.5.2 *Qualitative Lean Assessment*

Qualitative lean assessment merupakan penilaian yang dilakukan dengan menggunakan indikator-indikator yang tidak dapat dinyatakan secara numerik (angka). Dimensi yang digunakan pada *qualitative lean assessment* pada penelitian ini meliputi kualitas, pelanggan, proses, sumber daya manusia, dan pengiriman dengan indikator-indikator seperti yang terdapat pada Bab 2.

4.1.6 Identifikasi Indikator *Technology Assessment*

Pada subbab ini dilakukan identifikasi terhadap indikator yang digunakan dalam melakukan *technology assessment* untuk masing-masing komponen teknologi. Indikator dan elemen komponen yang digunakan untuk melakukan

assessment diperoleh berdasarkan diskusi dengan pihak *expert* yang terdapat di perusahaan. Sehingga indikator dan elemen komponen yang digunakan dapat merepresentasikan sistem pengukuran yang dapat digunakan oleh perusahaan.

4.1.6.1 Indikator *Technoware*

Elemen komponen yang digunakan untuk melakukan *assessment* terhadap komponen *technoware* meliputi subsistem transformasi material dan subsistem transformasi informasi. Indikator-indikator yang digunakan untuk melakukan *assessment* terhadap kedua subsistem dijelaskan pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Indikator Komponen *Technoware*

Elemen Komponen	Indikator	Keterangan
Subsistem Transformasi Material	<i>Output Rate</i>	Merupakan <u>tingkat output</u> yang dihasilkan oleh komponen <i>technoware</i> terhadap satuan unit waktu yang digunakan. Indikator ini menunjukkan tingkat kecanggihan dari komponen <i>technoware</i> untuk dapat <u>menghasilkan sejumlah unit produk dalam satuan waktu tertentu</u>
	Efisiensi Utilitas Material	Merupakan <u>tingkat utilitas dari penggunaan material</u> dalam aktivitas produksi, dimana utilitas material ini dapat didasarkan pada material yang digunakan untuk produksi dan material yang terbuang. Indikator ini menunjukkan tingkat kecanggihan dari komponen <i>technoware</i> untuk dapat menghasilkan produk dengan <u>material yang efisien, minimasi scrap dan minimasi jumlah produk yang cacat</u>
	Spesifikasi Mesin dan Peralatan Pendukung	Merupakan <u>spesifikasi dari mesin dan peralatan pendukung</u> yang digunakan untuk menunjang aktivitas produksi. Indikator ini menunjukkan tingkat kecanggihan dari komponen <i>technoware</i> yang digunakan untuk dapat menghasilkan <u>produk sesuai dengan demand</u> , baik dari segi kualitas, kapasitas, <i>lead time</i> , dan sebagainya
	Sistem <i>Material Handling</i>	Merupakan <u>sistem dan fasilitas</u> yang digunakan untuk melakukan <u>perpindahan, baik material, produk setengah jadi maupun produk akhir</u> . Indikator ini menunjukkan tingkat kecanggihan dari komponen <i>technoware</i> dalam mendukung aktivitas perpindahan di rantai produksi dan kemampuannya dalam mendorong kebutuhan operasional dari produksi

Tabel 4.11 Indikator Komponen *Technoware* (Lanjutan)

Elemen Komponen	Indikator	Keterangan
Subsistem Transformasi Material	Peralatan dan Perlengkapan Pengontrolan Kualitas	Merupakan segala peralatan maupun perlengkapan yang digunakan untuk melakukan <u>pengendalian dan inspeksi terhadap kualitas produk</u> yang dihasilkan. Indikator ini menunjukkan tingkat kecanggihan dari komponen <i>technoware</i> sebagai upaya untuk <u>menjaga dan meningkatkan kualitas produk</u> yang dihasilkan agar sesuai dengan kualitas yang diinginkan oleh konsumen
	Beban Kerja Aktivitas	Merupakan tingkat beban yang dimiliki oleh komponen <i>technoware</i> untuk dapat melakukan aktivitas produksi, misalnya aktivitas yang memerlukan tenaga kerja atau aktivitas yang dijalankan secara otomatis. Indikator ini menunjukkan tingkat kecanggihan dari komponen <i>technoware</i> dalam melakukan aktivitas produksi <u>dengan atau tanpa operator</u> berdasarkan beban kerja yang dimiliki
Subsistem Transformasi Informasi	<i>Sensing-Analysis-Actuation</i>	Merupakan aktivitas yang dilakukan untuk melakukan <u>analisis sensitivitas</u> terhadap segala <u>informasi</u> yang berkaitan dengan komponen <i>technoware</i> . Indikator ini menunjukkan tingkat kecanggihan analisis sensitivitas yang dilakukan oleh individu yang terdapat di perusahaan yang terlibat dalam melakukan analisis sensitivitas

4.1.6.2 Indikator *Humanware*

Elemen komponen *humanware* meliputi tenaga kerja langsung dan tenaga kerja tidak langsung (pendukung). Tenaga kerja langsung merupakan tenaga kerja yang berhubungan secara langsung dengan proses produksi, yaitu operator. Sedangkan tenaga kerja tidak langsung (pendukung) merupakan tenaga kerja yang tidak secara langsung bersinggungan dengan proses produksi, namun mendukung keberlangsungan proses produksi yang dijalankan. Tenaga kerja tidak langsung (pendukung) meliputi kepala divisi/wakil kepala divisi, manajer/kepala departemen, *supervisor* dan karyawan. Beberapa indikator yang digunakan untuk melakukan *assessment* terhadap komponen *humanware* dijelaskan pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12 Indikator Komponen *Humanware*

Indikator	Keterangan
Kualifikasi	Merupakan kompetensi yang dimiliki oleh tenaga kerja untuk dapat menempati posisi tertentu. Kompetensi bagi tenaga kerja dikategorikan dengan <i>skill, knowledge dan attitude (SKA)</i> . Indikator ini menunjukkan kemampuan analisis, identitas tugas dan tingkat kepentingan tugas yang diemban
Ruang Lingkup Pekerjaan	Merupakan cakupan kerja yang dibebankan kepada tenaga kerja. Ruang lingkup pekerjaan misalnya pekerjaan yang dikerjakan secara individu atau secara tim , pekerjaan yang melibatkan pihak eksternal atau tidak , dan lain-lain
Budaya Kerja	Merupakan sistem nilai, persepsi, perilaku dan keyakinan yang dianut oleh individu maupun tim pada perusahaan yang dapat menunjang ketercapaian dari tujuan yang diinginkan
Pengalaman Kerja	Merupakan pengalaman yang dimiliki oleh tenaga kerja untuk melakukan aktivitas atau pekerjaan tertentu sesuai dengan posisi kerja yang dimiliki
Perencanaan Bisnis	Merupakan kemampuan dari tenaga kerja untuk melakukan perencanaan bisnis , baik untuk masa sekarang maupun untuk masa depan. Perencanaan bisnis menjadi salah satu pendukung utama jalannya operasional bisnis, dimana perencanaan bisnis ini yang akan membantu dalam pemenuhan target perusahaan

Masing-masing elemen komponen *humanware* memiliki indikator penilaian yang berbeda berdasarkan tingkat hirarki elemen yang digunakan dan kebutuhan indikator pada elemen yang bersangkutan. Tabel 4.13 berikut merupakan detail indikator yang digunakan pada elemen komponen *humanware*.

Tabel 4.13 Elemen dan Indikator Komponen *Humanware*

Elemen Komponen	Indikator
Manajer <i>Plant</i>	Kualifikasi
	Ruang Lingkup Pekerjaan
	Budaya Kerja
	Pengalaman Kerja
	Perencanaan Bisnis
Manajer/Kepala Departemen	Kualifikasi
	Ruang Lingkup Pekerjaan
	Budaya Kerja
	Pengalaman Kerja
Supervisor	Kualifikasi
	Budaya Kerja

Tabel 4.13 Elemen dan Indikator Komponen *Humanware* (Lanjutan)

Elemen Komponen	Indikator
Supervisor	Pengalaman Kerja
Karyawan	Kualifikasi
	Ruang Lingkup Kerja
	Budaya Kerja
Operator	Kualifikasi
	Keahlian
	Ruang Lingkup Kerja
	Budaya Kerja

4.1.6.3 Indikator *Infoware*

Elemen komponen *Infoware* meliputi *Infoware* yang berkaitan dengan komponen *technoware*, *Infoware* yang berhubungan dengan *humanware* dan *Infoware* yang berhubungan dengan *orgaware*. Tabel 4.14 berikut merupakan detail elemen komponen yang digunakan pada komponen *Infoware*.

Tabel 4.14 Elemen Komponen *Infoware*

Elemen Komponen	
<i>Infoware</i> yang berhubungan dengan <i>Technoware</i>	<i>Infoware</i> Atribut <i>Technoware</i>
	<i>Infoware</i> Pengoperasian <i>Technoware</i>
	<i>Infoware</i> Perawatan <i>Technoware</i>
	<i>Infoware</i> Perbaikan Performansi <i>Technoware</i>
	<i>Infoware</i> Desain <i>Technoware</i>
<i>Infoware</i> yang berhubungan dengan <i>Humanware</i>	<i>Infoware</i> sebagai Fondasi <i>Humanware</i>
	<i>Infoware</i> Pendukung <i>Humanware</i>
<i>Infoware</i> yang berhubungan dengan <i>Orgaware</i>	<i>Infoware</i> Pendukung <i>Orgaware</i>
	<i>Infoware</i> Pengembangan <i>Orgaware</i>

1. *Infoware* yang berhubungan dengan *Technoware*

Merupakan elemen komponen yang menunjukkan ketersediaan informasi yang berkaitan dengan komponen *technoware*. Subelemen dan indikator yang digunakan meliputi:

a. *Infoware* Atribut *Technoware*

Merupakan subelemen yang menunjukkan ketersediaan informasi terhadap atribut-atribut yang melekat pada komponen *technoware*. Indikator-indikator yang digunakan dijelaskan pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15 Indikator Infoware Atribut Technoware

Indikator	Keterangan
Informasi Spesifikasi Mesin	Merupakan indikator yang menunjukkan ketersediaan informasi yang berkaitan dengan spesifikasi mesin yang digunakan untuk melakukan proses produksi.
Informasi Spesifikasi Spare Part	Merupakan indikator yang menunjukkan ketersediaan spesifikasi spare part yang digunakan untuk masing-masing mesin produksi yang digunakan
Informasi Spesifikasi Raw Material	Merupakan indikator yang menunjukkan ketersediaan informasi terkait dengan spesifikasi dari raw material yang digunakan untuk setiap produk yang akan dihasilkan dan spesifikasi <i>raw material</i> yang mampu diproses oleh mesin yang bersangkutan
Informasi Spesifikasi Peralatan Pendukung	Merupakan indikator yang menunjukkan ketersediaan spesifikasi dari peralatan pendukung yang digunakan untuk melakukan operasional produksi , misalnya peralatan <i>material handling</i>
Informasi Letak Peralatan Pendukung	Merupakan indikator yang menunjukkan ketersediaan informasi terkait dengan tata letak dari peralatan pendukung yang digunakan dalam aktivitas operasional produksi
Informasi Mekanisme Kontrol dan Pengawasan	Merupakan indikator yang menunjukkan mekanisme kerja, mekanisme kontrol dan mekanisme pengawasan yang harus dilakukan terhadap komponen <i>technoware</i> sebagai upaya untuk menjaga performansi dari komponen <i>technoware</i> yang digunakan

b. Infoware Operasional Technoware

Subelemen ini menunjukkan ketersediaan informasi yang berkaitan dengan aktivitas operasional dari komponen *technoware* yang digunakan oleh perusahaan untuk dapat menghasilkan produk yang sesuai dengan *demand*. Indikator yang digunakan untuk mengukur subelemen sesuai Tabel 4.16.

Tabel 4.16 Indikator Infoware Operasional Technoware

Indikator	Keterangan
Informasi Prosedur Operasi Standar (SOP) untuk Mesin	Merupakan indikator yang menunjukkan ketersediaan SOP pada masing-masing mesin produksi yang digunakan, sehingga operator memiliki panduan terkait penggunaan mesin produksi yang dikendalikannya
Adanya Software untuk Subsistem Informasi	Merupakan indikator yang menunjukkan ketersediaan software untuk melakukan sharing informasi dari satu komponen <i>technoware</i> dengan komponen <i>technoware</i> lainnya, misalnya penggunaan <i>computer integrated manufacturing</i>

Tabel 4.16 Indikator Infoware Operasional Technoware (Lanjutan)

Indikator	Keterangan
Informasi Prosedur Pemakaian Peralatan Pendukung	Merupakan indikator yang menunjukkan <u>ketersediaan prosedur penggunaan peralatan pendukung</u> yang digunakan pada aktivitas operasional produksi

c. *Infoware Perawatan Technoware*

Merupakan subelemen yang menunjukkan ketersediaan informasi yang berhubungan dengan aktivitas perawatan yang dilakukan untuk menjaga performansi mesin sebagai penunjang aktivitas produksi yang dilakukan. Indikator-indikator yang digunakan untuk melakukan *assessment* terhadap subelemen ini dijelaskan pada Tabel 4.17.

Tabel 4.17 Indikator Infoware Perawatan Technoware

Indikator	Keterangan
Ketersediaan dari Manual <i>Maintenance</i>	Merupakan indikator yang menunjukkan <u>ketersediaan informasi</u> terkait dengan aktivitas <u>maintenance</u> yang dilakukan secara <u>manual</u> yang dapat menjadi pedoman dalam melakukan aktivitas <i>maintenance</i>
Ketersediaan dari <i>Trouble Shooting Checklist</i>	Merupakan indikator yang menunjukkan <u>ketersediaan informasi</u> terkait dengan <u>pelaporan performansi komponen technoware</u> , khususnya ketika terjadi <i>trouble</i> . Sehingga memudahkan operator untuk menentukan permasalahan apa yang terjadi pada komponen <i>technoware</i>
Ketersediaan dari Jadwal <i>Maintenance</i>	Merupakan indikator yang menunjukkan <u>ketersediaan informasi</u> terkait dengan <u>penjadwalan maintenance</u> yang dimiliki oleh perusahaan yang menjadi pedoman dalam melakukan aktivitas <i>maintenance</i> dan aktivitas lain yang berhubungan secara langsung dengan komponen <i>technoware</i> yang bersangkutan
Ketersediaan Gambar dan diagram untuk <i>Troubleshooting</i>	Merupakan indikator yang menunjukkan <u>ketersediaan informasi</u> yang berkaitan dengan <u>gambar dan diagram penanganan terhadap troubleshooting</u> yang harus dilakukan terhadap komponen <i>technoware</i>
Ketersediaan <i>Software</i> yang dijalankan oleh Seluruh Pekerja	Merupakan indikator yang menunjukkan <u>ketersediaan software</u> yang digunakan oleh <u>keseluruhan pekerja</u> dalam melakukan aktivitas <u>perawatan</u> terhadap komponen <i>technoware</i>
Ketersediaan <i>Software</i> yang dijalankan oleh Seluruh Operator	Merupakan indikator yang menunjukkan <u>ketersediaan software</u> yang dapat digunakan oleh <u>keseluruhan operator</u> yang bertanggungjawab terhadap komponen <i>technoware</i> untuk turut serta dalam melakukan aktivitas perawatan terhadap komponen <i>technoware</i>

Tabel 4.17 Indikator Infoware Perawatan Technoware (Lanjutan)

Indikator	Keterangan
Ketersediaan <i>Software</i> yang berkaitan dengan <i>Maintenance</i>	Merupakan indikator yang menunjukkan <u>ketersediaan dari software</u> yang digunakan untuk melakukan <u>aktivitas maintenance</u> , baik penjadwalan maupun pendeteksian adanya <i>trouble</i> pada komponen <i>technoware</i> , misalnya <i>software CMMS (Computerized Maintenance Management Systems)</i>

d. *Infoware Perbaikan Performansi Technoware*

Merupakan subelemen yang menunjukkan ketersediaan informasi yang berkaitan dengan perbaikan terhadap performansi dari komponen *technoware* yang digunakan dalam aktivitas produksi. Indikator-indikator yang digunakan dijelaskan pada Tabel 4.18.

Tabel 4.18 Indikator Infoware Perbaikan Performansi Technoware

Indikator	Keterangan
Ketersediaan Pengetahuan yang Cukup pada Pengembangan Pengoperasian <i>Technoware</i>	Merupakan indikator yang menunjukkan <u>ketersediaan pengetahuan</u> yang dimiliki oleh individu di perusahaan untuk <u>mengembangkan pengoperasian dari komponen technoware</u> yang digunakan, baik pengembangan secara metode maupun pengembangan secara spesifikasi yang digunakan
Ketersediaan Pengetahuan yang Cukup pada Pengembangan Utilitas Material	Merupakan indikator yang <u>menunjukkan ketersediaan dari pengetahuan individu</u> di perusahaan dalam <u>mengembangkan utilitas dari material</u> yang digunakan, baik dari material pokok maupun material pendukung suatu produk
Ketersediaan Pengetahuan yang Cukup pada Pengembangan Kualitas	Merupakan indikator yang menunjukkan <u>ketersediaan pengetahuan yang dimiliki oleh individu</u> di perusahaan dalam <u>mengembangkan kualitas</u> , khususnya kualitas produk yang dihasilkan. Pengembangan kualitas ini dapat dilakukan melalui sistem kontrol kualitas maupun dari penggunaan <i>tools</i> untuk melakukan kontrol terhadap kualitas produk yang dihasilkan

e. *Infoware Desain Technoware*

Merupakan subelemen yang menunjukkan ketersediaan informasi yang berkaitan dengan desain dari komponen *technoware* yang digunakan untuk melakukan aktivitas produksi. Indikator-indikator yang digunakan pada subelemen ini dijelaskan pada Tabel 4.19.

Tabel 4.19 Indikator Infoware Desain Technoware

Indikator	Keterangan
Ketersediaan Perhitungan Desain <i>Technoware</i> dan Spesifikasinya	Merupakan indikator yang menunjukkan <u>ketersediaan perhitungan</u> terhadap <u>komponen technoware</u> yang digunakan untuk menentukan kebutuhan <i>technoware</i> , baik berdasarkan jumlah maupun spesifikasi yang dibutuhkan
Ketersediaan <i>Software</i> Desain Produk	Merupakan indikator yang menunjukkan <u>ketersediaan software</u> yang digunakan untuk melakukan <u>desain terhadap produk</u> yang akan dikerjakan oleh <i>technoware</i>
Ketersediaan Gambar Mesin	Merupakan indikator yang menunjukkan <u>ketersediaan dari gambar</u> dari setiap <i>technoware</i> yang digunakan secara detail

2. *Infoware* yang berhubungan dengan *Humanware*

Merupakan elemen komponen yang menunjukkan tingkat pengetahuan dan informasi yang dibutuhkan *humanware* untuk mengoperasikan *technoware* secara efektif dan efisien. Subelemen dan indikator yang digunakan pada elemen komponen ini meliputi:

a. *Infoware* sebagai Fondasi *Humanware*

Merupakan subelemen yang menunjukkan ketersediaan dari *Infoware* yang digunakan sebagai fondasi *humanware* untuk melakukan aktivitas operasional. Indikator-indikator yang digunakan dijelaskan pada Tabel 4.20.

Tabel 4.20 Indikator Infoware sebagai Fondasi Humanware

Indikator	Keterangan
Pengetahuan Alternatif Prosedur Pengeoperasian <i>Technoware</i>	Merupakan indikator yang menunjukkan <u>tingkat kemampuan dan pengetahuan humanware</u> dalam mengembangkan <u>alternatif-alternatif prosedur</u> yang dapat digunakan untuk mengoperasikan <i>technoware</i> untuk dapat meningkatkan performansi <i>technoware</i>
Pengetahuan tentang Proses-Proses yang Ada	Merupakan indikator yang menunjukkan <u>kecanggihan dari informasi</u> sebagai <u>dasar dalam pengembangan pengetahuan</u> terhadap proses-proses yang dijalankan di perusahaan
Pengetahuan tentang Konsep Desain dimana Proses ditempatkan sebagai Alternatif Proses	Merupakan indikator yang menunjukkan <u>kecanggihan dari informasi</u> dalam <u>menjelaskan dan meningkatkan pengetahuan terhadap konsep desain</u> dimana proses ditempatkan sebagai alternatif proses yang dijalankan

Tabel 4.20 Indikator Infoware sebagai Fondasi Humanware (Lanjutan)

Indikator	Keterangan
Pengetahuan Standar Pemeriksaan Kualitas	Merupakan indikator yang menunjukkan <u>kecanggihan informasi</u> yang berhubungan dengan <u>pengetahuan terkait sistem dan standar pemeriksaan kualitas</u> yang harus dilakukan untuk dapat meningkatkan kualitas produk yang dihasilkan sesuai dengan <i>demand</i>

b. Infoware Pendukung Humanware

Merupakan subelemen yang menunjukkan tingkat kecanggihan dari informasi yang digunakan di perusahaan untuk mendukung aktivitas-aktivitas yang dijalankan oleh *humanware* dengan indikator penilaian sesuai Tabel 4.21.

Tabel 4.21 Indikator Infoware Pendukung Humanware

Indikator	Keterangan
Informasi <i>Job Description</i> tiap Bagian/Jabatan	Merupakan indikator yang menunjukkan <u>ketersediaan informasi kewajiban kerja dan cakupan kerja</u> yang harus dilaksanakan oleh masing-masing individu yang mengemban posisi kerja tertentu
Informasi Anggota Tim/ <i>Shift</i> Kerja	Merupakan indikator yang menunjukkan <u>ketersediaan informasi terkait anggota tim</u> yang terlibat dalam satu <i>shift</i> kerja di perusahaan
Informasi Jadwal Kerja	Merupakan indikator yang menunjukkan <u>ketersediaan informasi yang berkaitan dengan jadwal kerja</u> dari masing-masing individu di perusahaan
Informasi Kelengkapan Personil pada saat Kerja	Merupakan indikator yang menunjukkan <u>kecanggihan informasi</u> yang berhubungan dengan <u>kelengkapan personil saat melakukan kerja</u>
Informasi Jalur Tanggungjawab dalam Kerja	Merupakan indikator yang menunjukkan <u>kecanggihan informasi</u> yang menjelaskan <u>alur tanggungjawab</u> dari setiap <u>aktivitas kerja</u> yang dilakukan oleh individu maupun tim di perusahaan
Ketersediaan Standar Lingkungan	Merupakan indikator yang menunjukkan <u>kecanggihan informasi</u> yang berkaitan dengan <u>standar lingkungan</u> yang harus <u>dipenuhi perusahaan</u> untuk dapat beroperasi
Ketersediaan Data <i>Engineering</i> dan Fungsinya	Merupakan indikator yang menunjukkan <u>ketersediaan data engineering dan fungsinya</u> yang mendukung kemampuan individu maupun tim dalam melakukan <u>aktivitas operasional</u>
Ketersediaan Standar Desain	Merupakan indikator yang menunjukkan <u>ketersediaan standar desain</u> yang harus dipenuhi dalam melakukan <u>proses desain</u> untuk pemenuhan <i>demand</i>
Informasi Target Produksi	Merupakan indikator yang menunjukkan kecanggihan informasi yang berkaitan dengan <u>target produksi</u> yang harus dipenuhi dalam <u>peenuhan demand</u> dan <u>peningkatan performansi perusahaan</u>

3. *Infoware* yang berhubungan dengan *Orgaware*

Merupakan elemen komponen yang menunjukkan tingkat kecanggihan dari sumber informasi yang dibutuhkan untuk dapat menjaga akurasi dari *technoware*. Subelemen dan indikator yang digunakan dalam melakukan *assessment* terhadap elemen komponen ini meliputi:

a. *Infoware* Pendukung *Orgaware*

Merupakan subelemen yang menunjukkan kecanggihan dari informasi yang digunakan dalam mendukung *orgaware* untuk dapat mengakomodasi *technoware* dalam menjalankan aktivitas operasionalnya dengan indikator penilaian sesuai Tabel 4.22.

Tabel 4.22 Indikator *Infoware* Pendukung *Orgaware*

Indikator	Keterangan
Ketersediaan Informasi Jadwal Induk Produksi	Merupakan indikator yang menunjukkan <u>kecanggihan informasi</u> dalam menyediakan informasi yang berhubungan dengan <u>penjadwalan produksi</u> yang harus dijalankan untuk <u>menyeimbangkan dan mengoptimalkan kapasitas produksi</u> dalam rangka pemenuhan <i>demand</i>
Ketersediaan Informasi <i>Material Requirement Planning</i>	Merupakan indikator yang menunjukkan <u>kecanggihan informasi</u> dalam menyediakan informasi yang berhubungan dengan <u>perencanaan kebutuhan material</u> untuk memenuhi kebutuhan produksi
Ketersediaan Informasi Penjawalan Pemesanan	Merupakan indikator yang menunjukkan <u>kecanggihan informasi</u> dalam menyediakan informasi yang berhubungan dengan <u>penjadwalan terhadap pemesanan</u> yang harus dilakukan perusahaan
Ketersediaan Informasi di Perusahaan	Merupakan indikator yang menunjukkan <u>kecanggihan informasi</u> dalam menyediakan <u>informasi</u> yang berhubungan dengan segala hal di perusahaan

b. *Infoware* Pengembangan *Orgaware*

Merupakan subelemen yang menunjukkan tingkat kecanggihan dari *Infoware* dalam mengembangkan *orgaware* untuk dapat mencapai tujuan perusahaan dengan indikator penilaian sesuai Tabel 4.23.

Tabel 4.23 Indikator Infoware Pengembangan Orgaware

Indikator	Keterangan
Ketersediaan <i>Software</i> untuk Penjadwalan	Merupakan indikator yang menunjukkan kecanggihan dari <i>infoware</i> terkait dengan <u>ketersediaan software</u> yang digunakan untuk melakukan <u>penjadwalan dan update penjadwalan</u> pada aktivitas operasional, baik penjadwalan produksi, penjadwalan pengiriman, penjadwalan perawatan dan penjadwalan lainnya
Ketersediaan <i>Software</i> untuk Kontrol Persediaan	Merupakan indikator yang menunjukkan kecanggihan <i>infoware</i> terkait dengan <u>ketersediaan software</u> yang dapat digunakan untuk <u>mengontrol persediaan</u> , baik persediaan bahan baku, <i>work in process</i> maupun produk jadi
Ketersediaan <i>Software</i> untuk Kontrol Kualitas	Merupakan indikator yang menunjukkan kecanggihan <i>infoware</i> terkait dengan <u>ketersediaan software</u> yang digunakan untuk melakukan <u>kontrol terhadap kualitas dari produk maupun pelayanan</u> yang dilakukan oleh perusahaan
Ketersediaan <i>Software</i> untuk Analisis Biaya	Merupakan indikator yang menunjukkan kecanggihan <i>infoware</i> terkait dengan <u>ketersediaan software</u> yang digunakan untuk melakukan <u>analisis terhadap keseluruhan biaya</u> yang keluar-masuk dari aktivitas perusahaan
Ketersediaan <i>Software</i> Simulasi Proses Perusahaan	Merupakan indikator yang menunjukkan kecanggihan <i>infoware</i> terkait dengan <u>ketersediaan software</u> yang digunakan untuk melakukan <u>simulasi terhadap proses produksi maupun kebijakan baru</u> yang akan diterapkan perusahaan
Ketersediaan <i>Software</i> untuk Kontrol Akurasi Data	Merupakan indikator yang menunjukkan kecanggihan <i>infoware</i> terkait dengan <u>ketersediaan software</u> yang digunakan untuk melakukan <u>kontrol terhadap akurasi data</u> yang dimiliki perusahaan
Ketersediaan <i>Software</i> untuk Analisis Informasi	Merupakan indikator yang menunjukkan kecanggihan <i>infoware</i> terkait dengan <u>ketersediaan software</u> yang digunakan untuk melakukan <u>analisis terhadap informasi</u> yang keluar-masuk perusahaan

4.1.6.4 Indikator Orgaware

Tabel 4.24 berikut merupakan elemen komponen yang digunakan untuk menilai komponen *orgaware* pada perusahaan:

Tabel 4.24 Elemen Komponen Humanware

Elemen Komponen
<i>Orgaware</i> berhubungan dengan Organisasi Kerja
<i>Orgaware</i> berhubungan dengan Fasilitas Kerja
<i>Orgaware</i> berhubungan dengan Evaluasi Kerja
<i>Orgaware</i> berhubungan dengan Modifikasi Kerja

Tabel 4.25 dan Tabel 4.26 berikut merupakan indikator yang digunakan untuk mengukur elemen *orgaware* yang berhubungan dengan organisasi kerja dan *orgaware* yang berhubungan dengan fasilitas kerja yang digunakan oleh perusahaan.

Tabel 4.25 Indikator *Orgaware* berhubungan dengan Organisasi Kerja

Indikator	Keterangan
Utilisasi Kapasitas	Menunjukkan tingkat utilitas dari penggunaan kapasitas yang dimiliki oleh perusahaan. Sehingga semakin tinggi utilitas kapasitas yang dimiliki, sistem yang digunakan semakin baik dan dapat dikatakan perusahaan mampu mengoptimalkan utilitas kapasitas yang dimiliki
Perencanaan dan Pengendalian <i>Inventory</i>	Merupakan sistem manajemen yang digunakan untuk melakukan perencanaan dan pengendalian terkait dengan inventory yang dimiliki oleh perusahaan. Indikator ini menunjukkan kemampuan individu maupun kelompok untuk meningkatkan efisiensi dari technoware yang digunakan
Perencanaan dan Pengendalian Produksi	Merupakan sistem manajemen yang digunakan untuk melakukan perencanaan dan pengendalian terhadap produksi yang akan dilakukan oleh perusahaan untuk dapat memenuhi <i>demand</i> dari konsumen. Indikator ini menunjukkan kemampuan individu maupun kelompok untuk meningkatkan efisiensi dari technoware yang digunakan sehingga produktivitas sistem tinggi dalam pemenuhan <i>demand</i>
<i>Maintenance</i>	Merupakan sistem manajemen yang digunakan untuk melakukan aktivitas maintenance terhadap fasilitas perusahaan maupun fasilitas produksi sebagai upaya untuk menunjang aktivitas operasional yang dijalankan perusahaan. Indikator ini menunjukkan kemampuan dari individu maupun kelompok dalam mengelola sistem maintenance yang digunakan untuk dapat meningkatkan efisiensi dari technoware yang digunakan

Tabel 4.26 Indikator *Orgaware* berhubungan dengan Fasilitas Kerja

Indikator	Keterangan
Pengembangan <i>Skill</i> atau Keahlian	Merupakan salah satu upaya yang dilakukan oleh perusahaan untuk mengembangkan keahlian dari tenaga kerja yang dimiliki untuk dapat mengembangkan perusahaan dan mendukung perusahaan untuk meningkatkan daya saingnya . Indikator ini digunakan untuk mengukur tingkat kemajuan dari sistem pengukuran yang digunakan untuk meningkatkan performansi dari sumber daya manusia yang digunakan dan pengembangan yang perlu dilakukan
Penyebaran Informasi	Merupakan sistem manajemen informasi yang digunakan dalam menyalurkan informasi dari satu individu ke individu lain atau ke elemen lain. Indikator ini menunjukkan tingkat kemajuan dari penggunaan media untuk melakukan penyebaran informasi dan sistem pengukuran yang digunakan
Skema Insentif	Merupakan skema yang digunakan oleh perusahaan untuk memberikan apresiasi terhadap kinerja dari tenaga kerja yang digunakan. Skema insentif ini menunjukkan tingkat kemajuan dari sistem pengukuran kinerja yang digunakan oleh perusahaan untuk menilai performansi masing-masing individu yang dimiliki perusahaan
Peralatan Kesehatan dan Keselamatan Kerja	Merupakan sistem manajemen yang menunjukkan komitmen perusahaan dalam menjamin keselamatan dan kesehatan kerja tenaga kerja yang dimiliki untuk menciptakan lingkungan kerja yang ergonomis. Indikator ini menunjukkan ketersediaan peralatan K3 yang digunakan, khususnya pada area produksi perusahaan

Tabel 4.27 berikut merupakan indikator yang digunakan untuk mengukur elemen *orgaware* yang berhubungan dengan evaluasi kerja yang digunakan oleh perusahaan:

Tabel 4.27 Indikator *Orgaware* berhubungan dengan Evaluasi Kerja

Indikator	Keterangan
Mekanisme Penjaminan Kualitas	Merupakan sistem manajemen yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan konsumen akan karakteristik kualitas yang melekat pada produk yang dihasilkan. Penjaminan kualitas merupakan salah satu indikator yang menunjukkan komitmen perusahaan untuk terus melakukan perbaikan terhadap kualitas produk yang dihasilkan dan tingkat kemajuan dari evaluasi organisasi kerja yang digunakan untuk dapat menjamin kualitas produk yang disalurkan ke konsumen

Tabel 4.27 Indikator *Orgaware* berhubungan dengan Evaluasi Kerja (Lanjutan)

Indikator	Keterangan
Mekanisme Pengontrolan Biaya	Merupakan <u>sistem manajemen</u> yang digunakan untuk melakukan <u>mekanisme kontrol</u> terhadap keseluruhan <u>arus keuangan</u> , khususnya terhadap biaya yang digunakan untuk aktivitas operasional perusahaan. Indikator ini menunjukkan tingkat kemajuan dari <u>evaluasi organisasi kerja</u> yang melibatkan berbagai elemen untuk dapat melakukan <u>reduksi biaya</u> sebagai salah satu upaya untuk melakukan perbaikan

Tabel 4.28 berikut merupakan indikator yang digunakan untuk mengukur elemen *orgaware* yang berhubungan dengan modifikasi kerja yang digunakan oleh perusahaan:

Tabel 4.28 Indikator *Orgaware* berhubungan dengan Modifikasi Kerja

Indikator	Keterangan
Mekanisme Pengembangan Kerja	Merupakan <u>sistem manajemen</u> yang digunakan untuk melakukan <u>perencanaan</u> terhadap <u>aktivitas-aktivitas pengembangan bisnis</u> yang dilakukan perusahaan. Indikator ini menunjukkan tingkat kemajuan dari <u>kapasitas dan penggunaan kapasitas</u> yang dimiliki perusahaan. Sehingga perusahaan dapat berkembang dan bersaing dengan kompetitor
Mekanisme Modifikasi Komponen & Pengembangan Teknologi	Merupakan <u>sistem mekanisme modifikasi</u> terhadap <u>komponen dan pengembangan teknologi</u> yang digunakan perusahaan dalam menunjang manajemen teknologi yang lebih optimal. Indikator ini menunjukkan tingkat kemajuan dari <u>kapasitas perusahaan</u> untuk memodifikasi elemen organisasi yang digunakan
Pengembangan Rutinitas Operasional	Merupakan <u>aktivitas dan perencanaan</u> yang dilakukan oleh perusahaan dalam <u>mengembangkan rutinitas operasional</u> perusahaan. Indikator ini menunjukkan tingkat kemajuan dari perusahaan untuk <u>memodifikasi dan mengembangkan elemen organisasi</u> yang digunakan

4.2 Tahap Measure

Pada tahap ini dilakukan pengukuran terhadap *lean assessment* dan *technology assessment* dengan menggunakan metode yang telah ditentukan.

4.2.1 Lean Assessment

Pada subbab ini dijelaskan mengenai hasil pengukuran yang dilakukan terhadap *lean assessment*, baik secara kuantitatif maupun kualitatif berdasarkan metode yang telah ditentukan.

4.2.1.1 Quantitative Lean Assessment

Pengukuran terhadap indikator dimensi *lean assessment* dilakukan dengan menggunakan *fuzzy logic* dengan menggunakan rumus (2.3) yang telah dijelaskan pada Subbab 2.4. Terdapat tiga nilai yang digunakan pada pengukuran *lean* secara kuantitatif, yaitu nilai terendah, nilai eksisting dan nilai terbaik. Nilai terendah merupakan nilai terburuk yang tidak diharapkan oleh perusahaan terjadi pada indikator yang bersangkutan dan jika nilai tersebut terjadi akan berakibat buruk pada sistem bisnis yang dijalankan perusahaan. Nilai eksisting merupakan nilai yang saat ini dicapai oleh perusahaan berdasarkan indikator yang digunakan. Sedangkan nilai terbaik merupakan nilai yang diharapkan perusahaan untuk dapat terjadi berdasarkan indikator yang digunakan dan menjadi target performansi perusahaan.

Penentuan nilai terendah dan nilai terbaik pada masing-masing indikator dilakukan dengan berdiskusi dengan pihak *expert* pada masing-masing bidang di perusahaan dengan panduan target capaian dan *world class manufacturing* yang menjadi keinginan capaian perusahaan. Nilai terendah dan nilai terbaik inilah yang menjadi acuan dalam menentukan nilai *leanness* perusahaan pada masing-masing indikator *lean* yang digunakan.

Pengumpulan data untuk melakukan pengukuran terhadap *quantitative lean assessment* dilakukan dengan melakukan pengamatan secara langsung pada aktivitas produksi yang dilakukan perusahaan serta data historis perusahaan. Tabel 4.29 berikut merupakan metode pengumpulan data yang digunakan pada pengukuran *lean* secara kuantitatif pada penelitian yang dilakukan.

Tabel 4.29 Pemetaan Sumber Data dan Indikator Penilaian

Metode Pengumpulan Data	Sumber Data	Kode Indikator <i>Lean</i>
Pengamatan Langsung	<i>Value Stream Mapping</i>	T1, T2, T3, T4, T5, T6, P1, D3
Data Historis	<i>Data Maintenance</i>	T7, T8, P2
	Data Produksi	P3, P4, H4, H5, H6, H12, D1, D2, I5, I6, I7
	Data Perencanaan dan Penjadwalan	B3, B5, B6, H6, D3, D4
	<i>Data Inventory</i>	B2, I1, I2, I3, I4, I5, I6, I7, I8

Tabel 4.29 Pemetaan Sumber Data dan Indikator Penilaian (Lanjutan)

Metode Pengumpulan Data	Sumber Data	Kode Indikator <i>Lean</i>
Data Historis	Data Keuangan	Q2, Q4, Q6, Q7, B1, B2, B3, B4, B5, B7, B8, B9, D1, D2, I2, I3, I5, I6, I8
	Data <i>Customer</i>	C1, C2, C3, C4
	Data Sumber Daya Manusia	Q11, H1, H2, H3, H4, H5, H6, H7, H8, H9, H10, H11, H12
	Data Kualitas	Q1, Q2, Q3, Q4, Q5, Q6, Q8, Q9, Q10, B4, B7, B8
	Data <i>Supplier</i>	I1

Berdasar pengolahan terhadap data yang telah dikumpulkan dengan menggunakan metode yang ditentukan, yaitu *Fuzzy Logic*. Sesuai dengan rumus (2.3), kemudian dilakukan perhitungan terhadap nilai *leanness* pada masing-masing indikator dan dimensi yang digunakan. Berikut merupakan contoh perhitungan nilai *leanness* pada dimensi efektifitas waktu, indikator T1 (rata-rata waktu *setup* per unit):

$$\mu_{\bar{A}}(x) = \begin{cases} 1 & \text{jika } x_i \leq a \\ 0 & \text{jika } x_i \geq b \\ 1 - \frac{(x_i - a)}{(b - a)} & \text{jika } a \leq x_i < b \end{cases}$$

Nilai eksisting pada indikator T1, yaitu 284.5 menit berada pada rentang nilai terbaik dan nilai terburuk, maka perhitungan terhadap nilai *leanness* pada indikator ini mengikuti fungsi ketiga dari *fuzzy logic* sebagai berikut:

$$\mu_{\bar{A}}(x) = 1 - \frac{(x_i - a)}{(b - a)}$$

$$\mu_{\bar{A}}(x) = 1 - \frac{284.5 - 20}{480 - 20}$$

$$\mu_{\bar{A}}(x) = 0.4250$$

Dengan cara yang sama, kemudian dilakukan perhitungan nilai *leanness* pada keseluruhan indikator yang digunakan sesuai dengan Tabel 4.30 berikut. Detail data dan perhitungan yang digunakan dapat dilihat pada Lampiran 1.

Tabel 4.30 Hasil Perhitungan *Quantitative Lean Assessment*

Kode Indikator	Nilai Terendah (b)	Nilai Eksisting (xi)	Nilai Terbaik (a)	Nilai <i>Leanness</i>
T1	480 menit	284.5 menit	20 menit	0.4250
T2	10%	4.77%	0%	0.5226
T3	168 jam	99.32 jam	80 jam	0.78
T4	168 jam	60.85 jam	50 jam	0.908
T5	105 jam	70 jam	60 jam	0.7778
T6	90%	115.0%	0%	0
T7	5%	3.20%	0%	0.3597
T8	100%	85.77%	0%	0.1423
Nilai <i>Leannes</i> Dimensi Efektifitas Waktu				48.9486
Kode indikator pada dimensi efektifitas waktu dapat dilihat pada Tabel 4.3				
Q1	100%	0.20%	0%	0.998
Q2	5%	0.108%	0%	0.9783
Q3	100%	0.10%	0%	0.9990
Q4	5%	0.0028%	0%	0.9994
Q5	100%	0.10%	0%	0.9990
Q6	5%	0.106%	0%	0.9789
Q7	8%	0.792%	0%	0.9010
Q8	100%	0%	0%	1
Q9	0%	0%	100%	0
Q10	0%	0%	100%	0
Q11	0%	17.43%	100%	0.1743
Nilai <i>Leannes</i> Dimensi Kualitas				72.9813
Kode indikator pada dimensi kualitas dapat dilihat pada Tabel 4.4				
P1	0%	60.88%	85%	0.7162
P2	100%	2%	0%	0.9800
P3	0%	40%	100%	0.4000
P4	0%	85%	90%	0.9407
Nilai <i>Leannes</i> Dimensi Proses				75.9229
Kode indikator pada dimensi proses dapat dilihat pada Tabel 4.5				
B1	100%	0.08%	10%	0.0082
B2	100%	0.32%	0%	0.9968
B3	100%	3%	1%	0.9828
B4	5%	0.086%	0%	0.9828
B5	100%	13.344%	0%	0.8666
B6	Rp 62,6 jt	Rp 56,9 jt	Rp 55,7 jt	0.8333
B7	5%	0%	0%	1
B8	5%	0%	0%	1
B9	0%	15%	20%	0.7500
Nilai <i>Leannes</i> Dimensi Biaya				82.4504
Kode indikator pada dimensi biaya dapat dilihat pada Tabel 4.6				
H1	100%	0.092%	1%	1.0000
H2	14.29%	4.762%	0%	0.6667
H3	100%	1.56%	20%	0.0781
H4	0%	5.95%	10%	0.5955
H5	0%	2.11%	1%	1
H6	0%	100%	100%	1
H7	0%	0.88%	20%	0.0440

Tabel 4.30 Hasil Perhitungan *Quantitative Lean Assessment* (Lanjutan 1)

Kode Indikator	Nilai Terendah (b)	Nilai Eksisting (xi)	Nilai Terbaik (a)	Nilai <i>Leanness</i>
H8	3 level	4 level	6 level	0.3333
H9	1%	3.17%	5 %	0.5436
H10	0%	23.96%	100%	0.2396
H11	0%	1.538%	25%	0.0615
H12	0	0.20	1.44	0.1398
Nilai <i>Leannes</i> Dimensi Sumber Daya Manusia				47.5172
Kode indikator pada dimensi sumber daya manusia dapat dilihat pada Tabel 4.7				
D1	1%	0.00000001%	0%	1
D2	1%	0.00000012%	0%	1
D3	12	11.76	8	0.0600
D4	100%	58.20%	5%	0.4400
D5	100%	18.75%	0%	0.8125
Nilai <i>Leannes</i> Dimensi Pengiriman				66.250
Kode indikator pada dimensi pengiriman dapat dilihat pada Tabel 4.8				
C1	0%	0%	100%	0
C2	100%	0%	0%	1
C3	0%	40.00%	100%	0.4000
C4	0%	98%	100%	0.9789
C5	100%	0%	0%	1
Nilai <i>Leannes</i> Dimensi Pelanggan				67.5649
Kode indikator pada dimensi pelanggan dapat dilihat pada Tabel 4.9				
I1	100%	10.18%	11%	1
I2	0%	28.62%	10%	1
I3	100%	0%	0%	1.000
I4	100%	100%	45%	0
I5	100%	0%	0.05%	1
I6	100%	0%	0.02%	1
I7	100%	0%	0%	1
I8	100%	0%	0%	1
Nilai <i>Leannes</i> Dimensi Inventory				87.500
Kode indikator pada dimensi <i>inventory</i> dapat dilihat pada Tabel 4.10				

Berdasarkan Tabel 4.30 di atas, diketahui bahwa urutan dimensi dengan nilai *leanness* terendah adalah sumber daya manusia, efektifitas waktu, kualitas, pelanggan, proses, pengiriman, biaya dan *inventory*.

4.2.1.2 *Qualitative Lean Assessment*

Pengumpulan data pada *qualitative lean assessment* dilakukan dengan menyebar kuisioner kepada pihak manajemen Pabrik *Foundry*. Pihak manajemen yang menjadi responden kuisioner meliputi manajer *plant* Pabrik *Foundry*, manajer *engineering*, manajer produksi pengecoran, manajer produksi permesinan, manajer

perencanaan dan pengendalian produksi (PPIC), manajer pengendalian kualitas, manajer *quality assurance*, dan manajer *maintenance*. Kedelapan responden diasumsikan memiliki pemahaman dan kapasitas yang sama pada pelaksanaan manajemen dan operasional Pabrik *Foundry*.

Kuisisioner yang digunakan pada *qualitative lean assessment* terdiri dari dimensi kualitas, pelanggan, proses, sumber daya manusia, dan pengiriman dengan indikator-indikator pada tiap dimensi sesuai dengan yang telah dijelaskan pada Subbab 2.3.2. Skala penilaian yang digunakan pada *qualitative lean assessment* adalah skala *likert* (skala 1 hingga skala 5) dengan interpretasi sebagai berikut:

- Skala 1: Indikator belum direncanakan untuk diimplementasikan
- Skala 2: Indikator sudah direncanakan tapi belum diimplementasikan
- Skala 3: Indikator sudah diimplementasikan
- Skala 4: Indikator telah diimplementasikan dengan cukup baik
- Skala 5: Indikator telah diimplementasikan dengan sangat baik

Berdasarkan hasil pengisian kuisisioner yang telah dilakukan oleh masing-masing responden, kemudian dilakukan pengolahan data dengan menggunakan metode LAT (*Lean Assessment Tools*) dengan rumus (2.1) dan (2.2) yang telah dijelaskan pada Subbab 2.3.2. Tabel 4.31 berikut merupakan hasil perhitungan yang telah dilakukan pada *qualitative lean assessment*.

Tabel 4.31 Hasil Perhitungan *Qualitative Lean Assessment*

Dimensi	Skor Agregat (AS)	Jumlah Pertanyaan (q)	Skor Total Maksimum (MTS)	Nilai <i>Leanness</i>
Kualitas	38	11	55	69.091
Pelanggan	6	2	10	60.000
Proses	42	14	70	60.000
Sumber Daya Manusia	17	8	40	42.500
Pengiriman	40	15	75	53.333

Berikut merupakan contoh perhitungan pada dimensi kualitas:

$$MTAS = \text{skala pengukuran maksimum} \times q$$

$$MTAS = 5 \times 11$$

$$MTAS = 55$$

$$LRS = \frac{AS}{MTAS}$$

$$LRS \text{ (Nilai Leanness)} = \frac{38}{55}$$

$$LRS \text{ (Nilai Leanness)} = 69.091$$

Berdasarkan Tabel 4.31 tersebut, urutan dimensi dengan nilai *leanness* terendah adalah number daya manusia dan pengiriman, sedangkan tiga dimensi lainnya, yaitu kualitas, pelanggan dan proses memiliki nilai *leanness* yang hampir sama.

4.2.1.3 Kombinasi Lean Assessment

Pengkombinasian terhadap nilai *leanness* dilakukan untuk mendapatkan nilai *leanness* akhir dari kedua nilai *leanness* yang diperoleh dari hasil pengolahan secara kuantitatif dan kualitatif. Pengkombinasian nilai *leanness* pada penelitian ini hanya dilakukan pada dimensi yang dinilai dengan secara kuantitatif dan kualitatif. Sehingga dimensi efektifitas waktu, biaya dan *inventory* tidak diperhitungkan dalam pengkombinasian nilai *leanness*. Hal ini dikarenakan pengukuran nilai *leanness* pada ketiga dimensi tersebut lebih efektif dengan menggunakan pengukuran kuantitatif (tanpa pengukuran kualitatif). Pengkombinasian kedua nilai *leanness* ini dilakukan dengan menggunakan metode Brown-Gibson dengan rumus (2.5), (2.6), dan (2.7) yang telah dijelaskan pada Bab 2. Indeks preferensi yang digunakan pada penelitian ini meliputi:

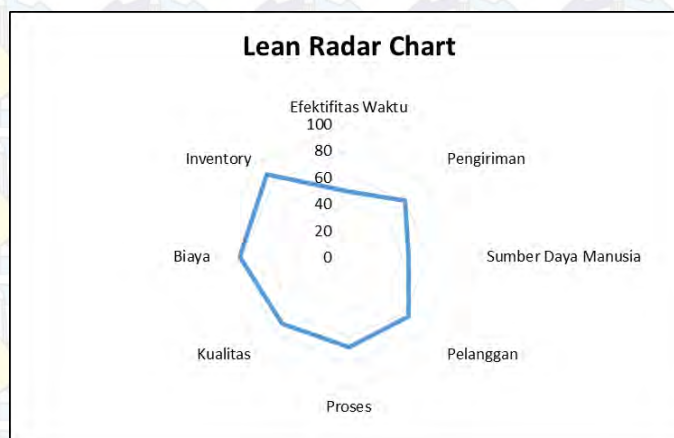
- $k=0.4$, dimana nilai *leanness* pada *quantitative lean assessment* memiliki preferensi yang lebih rendah dibandingkan dengan nilai *leanness* pada *qualitative lean assessment*,
- $k=0.5$, dimana nilai *leanness* pada *quantitative lean assessment* dan *qualitative lean assessment* memiliki preferensi yang sama,
- $k=0.6$, dimana nilai *leanness* pada *quantitative lean assessment* memiliki preferensi yang lebih tinggi dibandingkan dengan nilai *leanness* pada *qualitative lean assessment*.

Berdasarkan nilai *leanness* pada *quantitative lean assessment* sesuai Tabel 4.31 dan nilai *leanness* pada *qualitative lean assessment* sesuai Tabel 4.32 serta nilai indeks preferensi (k) yang digunakan, dilakukan pengolahan data dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 4.32 Hasil Perhitungan Kombinasi Nilai *Leanness*

Dimensi	Kuantitatif	Kualitatif	PMi	PMi	PMi
			0.6 (OFi); 0.4 (SFi)	0.5 (OFi); 0.5 (SFi)	0.4 (OFi); 0.6 (SFi)
Kualitas	72.981	69.091	71.425	71.036	70.647
Proses	75.923	60.000	69.554	67.961	66.369
Sumber Daya Manusia	47.517	42.500	45.510	45.009	44.507
Pengiriman	66.250	53.333	61.083	59.792	58.500
Pelanggan	67.565	60.000	64.539	63.782	63.026

Berdasarkan hasil perhitungan terhadap nilai *leanness* pada penilaian kuantitatif, penilaian kualitatif dan kombinasi kualitatif dan kuantitatif tersebut, kemudian dilakukan plot nilai *leanness* ke dalam *lean radar chart* sesuai Gambar 4.4 berikut. Nilai *leanness* pada dimensi kualitas, proses, sumber daya manusia, pengiriman dan pelanggan yang diplot kedalam *lean radar chart* adalah nilai *leanness* dengan koefisien preferensi 0.5 yang merupakan nilai *leanness* rata-rata. Nilai rata-rata tersebut mampu merepresentasikan nilai *leanness* dari dimensi yang bersangkutan karena perbedaan nilai *leanness* pada kedua koefisien preferensi yang lain tidak berbeda secara signifikan dan dapat digunakan pendekatan rata-rata.



Gambar 4.4 *Lean Radar Chart*

Nilai *leanness* secara keseluruhan pada Pabrik *Foundry* diperoleh dari nilai rata-rata dari keseluruhan nilai *leanness* sesuai dengan rumus (2.4). Berdasarkan hasil perhitungan yang dilakukan, diketahui nilai *leanness* Pabrik *Foundry* sebesar 68.981 (dengan skala 0-100). Nilai *leanness* ini masih berada di bawah target nilai *leanness* yang diharapkan oleh pihak manajemen perusahaan, yaitu sebesar 70.

4.2.2 Technology Assessment

Pada subbab ini dilakukan pengolahan data terhadap *technology assessment* dengan menggunakan metode *technometric*. *Technology assessment* pada penelitian ini dilakukan dengan menghitung tingkat kecanggihan teknologi perusahaan, menghitung *state-of-the-art* perusahaan, menghitung bobot masing-masing elemen komponen teknologi perusahaan dan menghitung nilai *technology contribution coefficient* (TCC).

4.2.2.1 Tingkat Kecanggihan Teknologi

Perhitungan terhadap tingkat kecanggihan teknologi yang digunakan oleh perusahaan dilakukan untuk mengetahui kondisi nyata perusahaan. Perhitungan terhadap tingkat kecanggihan teknologi pada penelitian ini dilakukan dengan menentukan nilai atas (*upper limit* (UL)) dan nilai bawah (*lower limit* (LL)) pada masing-masing elemen komponen teknologi yang digunakan dalam melakukan *assessment*. Perhitungan terhadap nilai atas (UL) dan nilai bawah (LL) ini dilakukan berdasarkan *expert judgement* yang memahami secara detail kondisi perusahaan. Batas nilai atas (UL) dan nilai bawah (LL) dilakukan elemen komponen penilaian yang telah diidentifikasi pada Subbab 4.1.6 dengan skor yang digunakan mengacu pada skor *state-of-the-art degree of sophistication* pada Subbab 2.9.

Tabel 4.33 berikut merupakan tingkat kecanggihan komponen *technoware* berdasarkan elemen komponen dan penjelasan singkat pada masing-masing elemen komponen.

Tabel 4.33 Tingkat Kecanggihan Komponen *Technoware*

Elemen Teknologi	Nilai Atas	Nilai Bawah	Keterangan
Pembuatan Pola	6	4	Fasilitas yang digunakan merupakan fasilitas untuk penggunaan khusus
Pembuatan <i>Core</i>	6	4	
Pembuatan Cetakan	6	4	
<i>Melting</i>	6	4	
<i>Shake Out</i>	6	4	
<i>Shoot Blast 1</i>	6	4	
Pemotongan	5	2	Fasilitas yang digunakan merupakan fasilitas produksi untuk penggunaan umum dan fasilitas produksi mekanik/elektrik
Gerinda	5	2	
<i>Heat Treatment</i>	6	4	Fasilitas yang digunakan merupakan fasilitas untuk penggunaan khusus
<i>Shoot Blast 2</i>	6	4	
<i>Machining</i>	5	2	Fasilitas yang digunakan merupakan fasilitas produksi untuk penggunaan umum dan fasilitas produksi mekanik/elektrik
<i>Painting</i>	3	1	Fasilitas yang digunakan merupakan fasilitas produksi manual
<i>Packaging</i>	3	1	

Tabel 4.34 berikut merupakan tingkat kecanggihan komponen *humanware* berdasarkan elemen komponen dan penjelasan singkat pada masing-masing elemen komponen.

Tabel 4.34 Tingkat Kecanggihan Komponen *Humanware*

Elemen Teknologi	Nilai Atas	Nilai Bawah	Keterangan
Manajer Plant	9	4	Kemampuan mengelola fasilitas (Nilai Bawah); Kemampuan inovasi fasilitas (Nilai Atas)
Manajer/Kepala Departemen	9	4	Kemampuan memelihara/merawat fasilitas (Nilai Bawah); Kemampuan inovasi fasilitas (Nilai Atas)
Supervisor	9	4	
Karyawan	9	4	
Operator	6	1	Kemampuan menjalankan fasilitas produksi (Nilai Bawah); Kemampuan mengelola fasilitas produksi (Nilai Atas)

Tabel 4.35 berikut merupakan tingkat kecanggihan komponen *infoware* berdasarkan elemen komponen dan penjelasan singkat pada masing-masing elemen komponen.

Tabel 4.35 Tingkat Kecanggihan Komponen *Infoware*

Elemen Teknologi	Nilai Atas	Nilai Bawah	Keterangan
<i>Infoware</i> Atribut <i>Technoware</i>	7	2	Memberikan pemahaman umum (Nilai Bawah); Memungkinkan terjadinya perbaikan fasilitas (Nilai Atas)
<i>Infoware</i> Pengoperasian <i>Technoware</i>	7	2	
<i>Infoware</i> Perawatan <i>Technoware</i>	4	1	Memberikan pemahaman umum (Nilai Bawah); Memberikan pemahaman mendasar/teknis penggunaan fasilitas (Nilai Atas)
<i>Infoware</i> Perbaikan Performansi <i>Technoware</i>	6	3	Memberikan pemahaman dasar/teknis pengoperasian fasilitas (Nilai Bawah); Memungkinkan penggunaan fasilitas secara efektif (Nilai Atas)
<i>Infoware</i> Desain <i>Technoware</i>	7	3	Memberikan pemahaman dasar/teknis pengoperasian fasilitas (Nilai Bawah); Informasi tentang mendesain dan mengoperasikan peralatan produksi (Nilai Atas)
<i>Infoware</i> sebagai Fondasi <i>Humanware</i>	7	2	
<i>Infoware</i> Pendukung <i>Humanware</i>	7	4	
<i>Infoware</i> Pendukung <i>Orgaware</i>	7	5	Memungkinkan menyeleksi fasilitas produksi (Nilai Bawah); Memungkinkan terjadinya perbaikan fasilitas (Nilai Atas)
<i>Infoware</i> Pengembangan <i>Orgaware</i>	3	1	Memberikan pemahaman umum penggunaan fasilitas (Nilai Bawah); Memungkinkan menyeleksi fasilitas (Nilai Atas)

Tabel 4.36 berikut merupakan tingkat kecanggihan komponen *orgaware* berdasarkan elemen komponen dan penjelasan singkat pada masing-masing elemen komponen.

Tabel 4.36 Tingkat Kecanggihan Komponen *Orgaware*

Elemen Teknologi	Nilai Atas	Nilai Bawah	Keterangan
<i>Orgaware</i> berhubungan dengan Organisasi Kerja	7	3	Perusahaan mampu meningkatkan kemampuan dan menjalin kerjasama dengan perusahaan besar (Nilai Bawah); Perusahaan mampu bersaing melalui peningkatan pangsa pasar dan kualitas produk
<i>Orgaware</i> berhubungan dengan Fasilitas Kerja	7	3	
<i>Orgaware</i> berhubungan dengan Evaluasi Kerja	7	3	
<i>Orgaware</i> berhubungan dengan Modifikasi Kerja	7	3	

4.2.2.2 *State-of-the-Art*

Pada subbab ini dilakukan perhitungan terhadap *state-of-the-art* pada masing-masing elemen komponen teknologi yang telah diidentifikasi pada Subbab 4.1.6. Penilaian terhadap *state-of-the-art* (SOA) dilakukan dengan melakukan penyebaran kuisioner pada level manajemen perusahaan yang merupakan pihak *expert* dari perusahaan. Penilaian (SOA) dilakukan dengan menggunakan skala 1-9 pada masing-masing indikator penilaian yang telah ditentukan.

a. SOA Komponen *Technoware*

Untuk melakukan perhitungan terhadap nilai SOA pada komponen *technoware*, digunakan rumus (2.8) yang telah dijelaskan pada Subbab 2.9. Tabel 4.37 berikut merupakan nilai SOA pada komponen *technoware* berdasarkan elemen komponen yang digunakan. Berikut merupakan contoh perhitungan pada nilai SOA elemen komponen pembuatan model/pola.

$$ST_i = \frac{1}{10} \left[\frac{\sum tik}{kt} \right]; k = 1, 2, \dots, ki$$

tik = skor kriteria ke-k untuk *technoware* ke-i

$$ST_i = \frac{1}{10} \left[\frac{7 + 7 + 7 + 6 + 7 + 7 + 7}{7} \right]$$

$$ST_i = 0.686$$

Nilai tersebut menunjukkan bahwa skor *state-of-the-art* dari elemen pembuatan model/pola sebesar 0.686.

Tabel 4.37 Nilai SOA Komponen *Technoware*

Elemen Komponen	SOA Skor
Pembuatan Model/Pola	0.686
Pembuatan <i>Core</i>	0.714
<i>Moulding</i> (Pembuatan Cetakan)	0.757
<i>Melting</i>	0.743
<i>Shake Out</i>	0.729
<i>Shoot Blast</i> 1	0.686
Pemotongan	0.700
Gerinda	0.729
<i>Heat Treatment</i>	0.757
<i>Shoot Blast</i> 2	0.700
<i>Machining</i> (<i>Assembly</i>)	0.700

Tabel 4.37 Nilai SOA Komponen *Technoware* (Lanjutan)

Elemen Komponen	SOA Skor
<i>Painting</i>	0.729
<i>Packaging</i>	0.586

Berdasarkan pada Tabel 4.37 tersebut, diketahui elemen komponen yang memiliki nilai terendah adalah *packaging*, sedangkan elemen komponen memiliki nilai tertinggi adalah *heat treatment* dan *moulding*.

b. SOA Komponen *Humanware*

Untuk melakukan perhitungan terhadap nilai SOA pada komponen *humanware*, digunakan rumus (2.9) yang telah dijelaskan pada Subbab 2.9. Tabel 3.38 berikut merupakan nilai SOA pada komponen *humanware* berdasarkan elemen komponen yang digunakan. Berikut merupakan contoh perhitungan Skor SOA pada elemen komponen manajer *plant*:

$$SH_j = \frac{1}{10} \left[\frac{\sum_{ih} h_{ij}}{ih} \right]; i = 1, 2, \dots, ih$$

h_{ij} = skor kriteria ke- i untuk *humanware* ke- j

$$SH_j = \frac{1}{10} \left[\frac{8 + 9 + 7 + 8 + 7}{5} \right]$$

$$SH_j = 0.780$$

Nilai tersebut menunjukkan bahwa skor *state-of-the-art* dari elemen manajer *plant* sebesar 0.780.

Tabel 4.38 Nilai SOA Komponen *Humanware*

Elemen Komponen	SOA Skor
Manajer <i>Plant</i>	0.780
Manajer/Kepala Departemen	0.675
Supervisor	0.667
Karyawan	0.633
Operator	0.575

Berdasarkan hasil perhitungan nilai SOA komponen *humanware* pada Tabel 4.38, diketahui elemen komponen memiliki nilai SOA terendah adalah

operator, sedangkan elemen komponen memiliki nilai SOA tertinggi adalah manajer *plant*.

c. SOA Komponen *Infoware*

Untuk melakukan perhitungan terhadap nilai SOA pada komponen *infoware*, digunakan rumus (2.10) yang telah dijelaskan pada Subbab 2.9. Tabel 4.39 berikut merupakan nilai SOA pada komponen *infoware* berdasarkan elemen komponen yang digunakan. Berikut merupakan contoh perhitungan SOA skor pada elemen komponen *infoware* atribut *technoware*.

$$SI = \frac{1}{10} \left[\frac{\sum fm}{mf} \right]; m = 1, 2, \dots, mf$$

fm = skor kriteria ke- m untuk *Infoware* pada level perusahaan

$$SI = \frac{1}{10} \left[\frac{\sum fm}{mf} \right]$$

$$SI = \frac{1}{10} \left[\frac{6 + 7 + 6 + 7 + 5 + 6}{6} \right]$$

$$SI = 0.617$$

Nilai tersebut menunjukkan skor *state-of-the-art* dari elemen komponen *infoware* atribut *technoware* sebesar 0.617.

Tabel 4.39 Nilai SOA Komponen *Infoware*

Elemen Komponen	SOA Skor
<i>Infoware</i> Atribut <i>Technoware</i>	0.617
<i>Infoware</i> Pengoperasian <i>Technoware</i>	0.667
<i>Infoware</i> Perawatan <i>Technoware</i>	0.529
<i>Infoware</i> Perbaikan Performansi <i>Technoware</i>	0.600
<i>Infoware</i> Desain <i>Technoware</i>	0.767
<i>Infoware</i> sebagai Fondasi <i>Humanware</i>	0.700
<i>Infoware</i> Pendukung <i>Humanware</i>	0.778
<i>Infoware</i> Pendukung <i>Orgaware</i>	0.750
<i>Infoware</i> Pengembangan <i>Orgaware</i>	0.414

Berdasarkan hasil perhitungan nilai SOA komponen *infoware* pada Tabel 4.39, diketahui elemen komponen memiliki nilai SOA terendah adalah *infoware*

perawatan *technoware*, sedangkan elemen komponen memiliki nilai tertinggi adalah *infoware* pendukung *humanware*.

d. SOA Komponen *Orgaware*

Untuk melakukan perhitungan terhadap nilai SOA pada komponen *orgaware*, digunakan rumus (2.11) yang telah dijelaskan pada Subbab 2.9. Tabel 4.40 berikut merupakan nilai SOA pada komponen *orgaware* berdasarkan elemen komponen yang digunakan. Berikut merupakan contoh perhitungan SOA skor pada elemen komponen *orgaware* berhubungan dengan organisasi kerja.

$$SO = \frac{1}{10} \left[\frac{\sum on}{no} \right]; n = 1, 2, \dots, no$$

no = skor kriteria ke-*n* untuk *orgaware* pada level perusahaan

$$SO = \frac{1}{10} \left[\frac{\sum on}{no} \right]$$

$$SO = \frac{1}{10} \left[\frac{6 + 5 + 6 + 5}{4} \right]$$

$$SO = 0.550$$

Nilai tersebut menunjukkan skor *ste-of-the-art* dari elemen komponen *orgaware* yang berhubungan dengan organisasi kerja sebesar 0.550.

Tabel 4.40 Nilai SOA Komponen *Orgaware*

Elemen Komponen	SOA Skor
<i>Orgaware</i> berhubungan dengan Organisasi Kerja	0.550
<i>Orgaware</i> berhubungan dengan Fasilitas Kerja	0.675
<i>Orgaware</i> berhubungan dengan Evaluasi Kerja	0.700
<i>Orgaware</i> berhubungan dengan Modifikasi Kerja	0.633

Berdasarkan hasil perhitungan nilai SOA komponen *orgaware* pada Tabel 4.40, diketahui elemen komponen memiliki nilai SOA terendah adalah *orgaware* yang berhubungan dengan organisasi kerja, sedangkan elemen komponen memiliki nilai SOA tertinggi adalah *orgaware* yang berhubungan dengan evaluasi kerja.

4.2.2.3 Pembobotan Elemen Komponen Teknologi

Pada subbab ini dilakukan perhitungan terhadap bobot tiap elemen komponen teknologi yang telah diidentifikasi pada Subbab 4.1.6. Pembobotan pada masing-masing elemen komponen dilakukan berdasarkan hasil penyebaran kuisioner pembobotan elemen komponen pada pihak manajemen yang merupakan *expert* perusahaan. Berdasarkan hasil kuisioner tersebut, pembobotan dilakukan menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) yang telah dijelaskan pada Subbab 2.10 dengan menggunakan *software Expert Choice*.

Tabel 4.41 Bobot Komponen Teknologi

Komponen	Bobot
<i>Technoware</i>	0.310
<i>Humanware</i>	0.230
<i>Infoware</i>	0.279
<i>Orgaware</i>	0.182

Berdasarkan hasil pembobotan pada Tabel 4.41 di atas, diketahui komponen teknologi yang memiliki bobot terendah adalah komponen *orgaware*, sedangkan komponen teknologi yang memiliki bobot tertinggi adalah komponen *technoware*. Selanjutnya dilakukan pembobotan pada komponen *technoware* berdasarkan elemen komponen yang digunakan dengan hasil sesuai Tabel 4.42.

Tabel 4.42 Bobot Komponen *Technoware*

Elemen Komponen	Bobot
Pembuatan Pola	0.102
Pembuatan <i>Core</i>	0.102
Pembuatan Cetakan	0.108
<i>Melting</i>	0.124
<i>Shake Out</i>	0.071
<i>Shoot Blast 1</i>	0.094
Pemotongan	0.037
Gerinda	0.061
<i>Heat Treatment</i>	0.109
<i>Shoot Blast 2</i>	0.099
<i>Machining</i>	0.046
<i>Painting</i>	0.023
<i>Packaging</i>	0.024

Berdasarkan hasil pembobotan komponen *technoware* pada Tabel 4.42 di atas, diketahui elemen komponen yang memiliki bobot terendah adalah *painting*, sedangkan elemen komponen yang memiliki bobot tertinggi adalah *melting*. Selanjutnya dilakukan pembobotan pada komponen *humanware* berdasarkan elemen komponen yang digunakan dengan hasil sesuai Tabel 4.43.

Tabel 4.43 Bobot Komponen *Humanware*

Elemen Komponen	Bobot
Manajer <i>Plant</i>	0.332
Manajer/Kepala Departemen	0.254
Supervisor	0.163
Karyawan	0.140
Operator	0.111

Berdasarkan hasil pembobotan komponen *humanware* pada Tabel 4.43 di atas, diketahui elemen komponen yang memiliki bobot terendah adalah oprator, sedangkan elemen komponen yang memiliki bobot tertinggi adalah manajer *plant*. Selanjutnya dilakukan pembobotan pada komponen *infoware* berdasarkan elemen komponen yang digunakan dengan hasil sesuai Tabel 4.44.

Tabel 4.44 Bobot Komponen *Infoware*

Elemen Komponen	Bobot
<i>Infoware</i> Atribut <i>Technoware</i>	0.048
<i>Infoware</i> Pengoperasian <i>Technoware</i>	0.120
<i>Infoware</i> Perawatan <i>Technoware</i>	0.148
<i>Infoware</i> Perbaikan Performansi <i>Technoware</i>	0.155
<i>Infoware</i> Desain <i>Technoware</i>	0.088
<i>Infoware</i> sebagai Fondasi <i>Humanware</i>	0.090
<i>Infoware</i> Pendukung <i>Humanware</i>	0.115
<i>Infoware</i> Pendukung <i>Orgaware</i>	0.112
<i>Infoware</i> Pengembangan <i>Orgaware</i>	0.125

Berdasarkan hasil pembobotan komponen *infoware* pada Tabel 4.44 di atas, diketahui elemen komponen yang memiliki bobot terendah adalah *infoware* atribut *technoware*, sedangkan elemen komponen yang memiliki bobot tertinggi adalah *infoware* peningkatan performansi *technoware*. Selanjutnya dilakukan pembobotan pada komponen *orgaware* berdasarkan elemen komponen yang digunakan dengan hasil sesuai Tabel 4.45.

Tabel 4.45 Bobot Komponen *Orgaware*

Elemen Komponen	Bobot
<i>Orgaware</i> berhubungan dengan Organisasi Kerja	0.287
<i>Orgaware</i> berhubungan dengan Fasilitas Kerja	0.239
<i>Orgaware</i> berhubungan dengan Evaluasi Kerja	0.265
<i>Orgaware</i> berhubungan dengan Modifikasi Kerja	0.210

Berdasarkan hasil pembobotan komponen *orgaware* pada Tabel 4.45 di atas, diketahui elemen komponen yang memiliki bobot terendah adalah *orgaware* yang berhubungan dengan modifikasi kerja, sedangkan elemen komponen yang memiliki bobot tertinggi adalah *orgaware* yang berhubungan dengan organisasi kerja.

4.2.2.4 Perhitungan Nilai *Technology Contribution Coefficient* (TCC)

Pada subbab ini dilakukan perhitungan terhadap nilai *technology contribution coefficient* (TCC) dengan menggunakan rumus (2.16). Perhitungan terhadap nilai TCC dilakukan pada masing-masing elemen komponen dan komponen teknologi yang telah ditentukan. Tabel 4.46 merupakan hasil perhitungan terhadap nilai TCC pada masing-masing elemen komponen dan komponen teknologi. Berikut merupakan contoh perhitungan pada nilai TCC komponen *technoware* yang meliputi perhitungan nilai kontribusi elemen komponen, perhitungan nilai TCC elemen komponen, perhitungan TCC total dan perhitungan TCC komponen *technoware*. Pada perhitungan elemen komponen, elemen komponen yang digunakan adalah pembuatan model/pola.

1. Perhitungan Nilai Kontribusi Elemen Komponen

$$T_i = \frac{1}{9} [LT_i + ST_i(UT_i - LT_i)]$$

$$T_i = \frac{1}{9} [4 + 0.686(6 - 4)]$$

$$T_i = 0.597$$

2. Perhitungan Nilai TCC Elemen Komponen

$$TCC = T_i^{\beta_{ti}}$$

$$TCC = 0.597^{0.102}$$

$$TCC = 0.949$$

3. Perhitungan TCC Total

$$TCC \text{ Total} = 0.949 \times 0.950 \times \dots \times 0.966$$

$$TCC \text{ Total} = 0.558$$

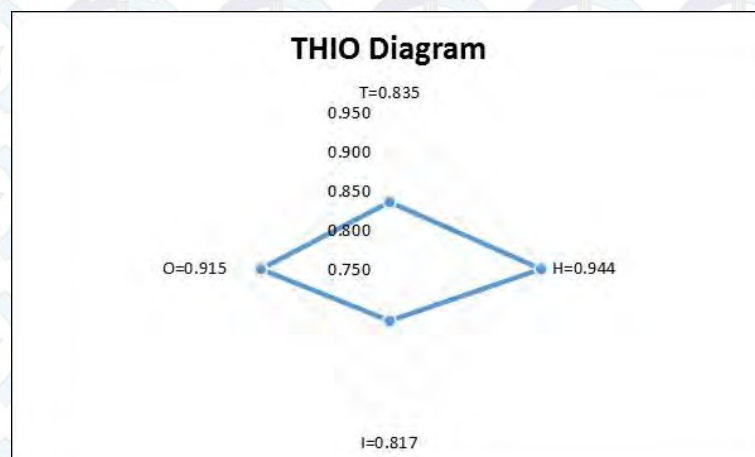
4. Perhitungan TCC Komponen *Technoware*

$$TCC = T^{\beta_t}$$

$$TCC = 0.558^{0.31}$$

$$TCC = 0.835$$

Berdasarkan hasil perhitungan nilai TCC pada Tabel 4.46, kemudian dilakukan plot nilai TCC pada masing-masing komponen teknologi pada Diagram THIO sesuai Gambar 4.5 berikut.



Gambar 4.5 Diagram THIO Perusahaan

Berikut merupakan perhitungan terhadap nilai TCC pada keseluruhan komponen teknologi, yaitu *technoware*, *humanware*, *infoware* dan *orgaware*. Perhitungan nilai TCC tersebut didasarkan pada rumus (2.16) yang telah dijelaskan pada Bab 2.

$$TCC = 0.835 \times 0.944 \times 0.817 \times 0.915$$

$$TCC \text{ Total} = 0.589$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, diketahui nilai TCC dari perusahaan sebesar 0.589.

Tabel 4.46 Hasil Perhitungan Nilai TCC

Elemen Komponen	UL	LL	SOA	Bobot	Kontribusi	TCC
Pembuatan Pola	6	4	0.686	0.102	0.597	0.949
Pembuatan <i>Core</i>	6	4	0.714	0.102	0.603	0.950
Pembuatan Cetakan	6	4	0.757	0.108	0.613	0.948
<i>Melting</i>	6	4	0.743	0.124	0.610	0.940
<i>Shake Out</i>	6	4	0.729	0.071	0.606	0.965
<i>Shoot Blast 1</i>	6	4	0.686	0.094	0.597	0.953
Pemotongan	5	2	0.700	0.037	0.456	0.971
Gerinda	5	2	0.729	0.061	0.465	0.955
<i>Heat Treatment</i>	6	4	0.757	0.109	0.613	0.948
<i>Shoot Blast 2</i>	6	4	0.700	0.099	0.600	0.951
<i>Machining</i>	5	2	0.700	0.046	0.456	0.965
<i>Painting</i>	3	1	0.729	0.023	0.273	0.970
<i>Packaging</i>	3	1	0.586	0.024	0.241	0.966
TCC Total						0.558
TCC Komponen <i>Technoware</i>				0.310		0.835
Manajer <i>Plant</i>	9	4	0.780	0.332	0.878	0.958
Manajer/Kepala Departemen	9	4	0.675	0.254	0.819	0.951
Supervisor	9	4	0.667	0.163	0.815	0.967
Karyawan	9	4	0.633	0.140	0.796	0.969
Operator	6	1	0.575	0.111	0.431	0.911
TCC Total						0.777
TCC Komponen <i>Humanware</i>				0.230		0.944
<i>Infoware</i> Atribut <i>Technoware</i>	7	2	0.617	0.048	0.565	0.973
<i>Infoware</i> Pengoperasian <i>Technoware</i>	7	2	0.667	0.120	0.593	0.939
<i>Infoware</i> Perawatan <i>Technoware</i>	4	1	0.529	0.148	0.287	0.832
<i>Infoware</i> Perbaikan Performansi <i>Technoware</i>	6	3	0.600	0.155	0.533	0.907
<i>Infoware</i> Desain <i>Technoware</i>	7	3	0.767	0.088	0.674	0.966
<i>Infoware</i> sebagai Fondasi <i>Humanware</i>	7	2	0.700	0.090	0.611	0.957

Tabel 4.46 Hasil Perhitungan Nilai TCC (Lanjutan)

Elemen Komponen	UL	LL	SOA	Bobot	Kontribusi	TCC
<i>Infoware</i> Pendukung <i>Humanware</i>	7	4	0.778	0.115	0.704	0.960
<i>Infoware</i> Pendukung <i>Orgaware</i>	7	5	0.750	0.112	0.722	0.964
<i>Infoware</i> Pengembangan <i>Orgaware</i>	3	1	0.414	0.125	0.203	0.819
TCC Total						0.483
TCC Komponen <i>Infoware</i>				0.279		0.817
<i>Orgaware</i> berhubungan dengan Organisasi Kerja	7	3	0.550	0.287	0.578	0.855
<i>Orgaware</i> berhubungan dengan Fasilitas Kerja	7	3	0.675	0.239	0.633	0.897
<i>Orgaware</i> berhubungan dengan Evaluasi Kerja	7	3	0.700	0.265	0.644	0.890
<i>Orgaware</i> berhubungan dengan Modifikasi Kerja	7	3	0.633	0.210	0.615	0.903
TCC Total						0.616
TCC Komponen <i>Orgaware</i>				0.182		0.915

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 5

ANALISIS DAN PENYUSUNAN RENCANA PERBAIKAN

Pada bab ini dilakukan fase *analyze* dan *improve* berdasarkan *framework DMAIC Six Sigma*. Pada tahap *analyze* dilakukan analisis terhadap hasil *lean assessment*, analisis hasil *technology assessment* serta pembangunan *root cause analysis* (RCA). Sedangkan pada tahap *improve* dilakukan penyusunan rencana perbaikan berdasarkan hasil RCA.

5.1 Tahap *Analyze*

Pada tahap ini dilakukan analisis terhadap hasil pengolahan data yang telah dilakukan pada Subbab 4.2.1 (untuk *lean assessment*) dan Subbab 4.2.2 (untuk *technology assessment*) serta dilakukan pembangunan RCA untuk mengetahui akar penyebab permasalahan dari kedua *assessment* yang dilakukan.

5.1.1 Analisis *Lean Assessment*

Lean assessment pada penelitian ini dilakukan dengan menilai implementasi *lean* pada perusahaan dengan menggunakan dua pendekatan, yaitu secara kuantitatif dan kualitatif. Dimensi pengukuran yang digunakan berdasarkan pada jurnal referensi dan diskusi dengan pihak manajemen perusahaan selaku *expert* di perusahaan. Berdasarkan hasil diskusi yang telah dilakukan, dimensi pengukuran yang digunakan pada *lean assessment* di perusahaan terdiri dari delapan dimensi, yaitu efektifitas waktu, kualitas, proses, biaya, sumber daya manusia, pengiriman, pelanggan dan *inventory*. Pengukuran yang dilakukan secara kuantitatif dilakukan dengan menggunakan delapan dimensi tersebut dengan indikator-indikator penilaian tertentu. Sedangkan penilaian yang dilakukan secara kualitatif dilakukan pada lima dimensi. Tiga dimensi yang tidak diukur secara kualitatif adalah dimensi efektifitas waktu, biaya dan *inventory*. Hal ini dikarenakan pihak manajemen perusahaan menilai bahwa pengukuran terhadap ketiga dimensi tersebut lebih efektif dan efisien ketika dilakukan pengukuran secara kuantitatif tanpa melibatkan pengukuran kualitatif.

Berdasarkan pengukuran yang telah dilakukan secara kuantitatif pada tahap *measure*, secara umum dimensi sumber daya manusia merupakan dimensi yang memiliki nilai *leanness* terkecil, yaitu sebesar 47.5172 dari skala 0-100. Sedangkan dimensi yang memiliki nilai *leanness* terbesar adalah dimensi *inventory*. Rendahnya nilai *leanness* pada dimensi sumber daya manusia yang diukur secara kuantitatif secara umum disebabkan oleh banyaknya jumlah tenaga kerja yang digunakan oleh perusahaan, khususnya tenaga kerja langsung. Jumlah tenaga kerja langsung di perusahaan diklasifikasikan menjadi tenaga kerja organik dan tenaga kerja PKWT (tenaga kerja kontrak), rasio jumlah tenaga kerja organik dengan tenaga kerja PKWT adalah 109:346 pekerja. Jumlah tenaga kerja yang demikian banyak menyebabkan efisiensi penggunaan tenaga kerja di perusahaan rendah dan menurunkan nilai *leanness*. Berdasarkan hasil diskusi yang telah dilakukan dengan pihak manajemen perusahaan, banyaknya tenaga kerja langsung yang digunakan tersebut dipengaruhi oleh adanya fluktuasi *demand* yang tidak menentu. Sehingga untuk mengantisipasi hal tersebut perusahaan memutuskan untuk mempekerjakan banyak tenaga kerja langsung dan memberlakukan tiga *shift* kerja dengan tenaga kerja yang berbeda-beda pada masing-masing *shift* kerja. Sehingga banyaknya jumlah tenaga kerja yang digunakan ini memiliki peluang yang kecil untuk dapat diperbaiki.

Dimensi efektifitas waktu merupakan dimensi kedua yang memiliki nilai *leanness* terendah dengan nilai *leanness* sebesar 48.9486. Rendahnya nilai *leanness* pada dimensi ini disebabkan karena tingginya aktivitas *waiting* yang terjadi di perusahaan. Aktivitas *waiting* merupakan salah satu jenis pemborosan yang perlu direduksi berdasarkan konsep *lean*. Aktivitas *waiting* yang terjadi di perusahaan pada umumnya disebabkan oleh tingginya *downtime* pada mesin produksi yang digunakan serta tidak seimbang nya *cycle time* pada masing-masing proses produksi. Tingginya aktivitas *waiting* ini dapat menghambat jalannya aktivitas produksi yang dilakukan oleh perusahaan, dimana ketika terhadap aktivitas *waiting*, maka proses produksi secara tidak langsung akan berhenti dan mengganggu proses lainnya. Tingginya tingkat *downtime* yang terjadi pada mesin produksi pada umumnya disebabkan oleh kurang optimalnya aktivitas *maintenance* yang

dilakukan dan umur mesin yang sudah tua dan memerlukan penanganan *maintenance* yang berbeda.

Berdasarkan pengukuran nilai *leanness* yang dilakukan secara kualitatif, diketahui dimensi sumber daya manusia merupakan dimensi yang memiliki nilai *leanness* terendah, yaitu sebesar 42.50. Rendahnya nilai *leanness* pada dimensi sumber daya manusia yang diukur secara kualitatif ini disebabkan kurang terpadunya sistem manajemen sumber daya manusia yang dilakukan perusahaan, khususnya dalam meningkatkan kompetensi yang dimiliki oleh tenaga kerja. Hal ini dapat dilihat dari kurangnya keterlibatan tenaga kerja dalam mendukung upaya perbaikan yang dilakukan perusahaan, khususnya dalam kaitannya dengan implementasi *lean*. Keterlibatan tenaga kerja, baik dari segi inisiatif solusi maupun kesiapan untuk dialihkan ke *job description* yang baru pada dasarnya dapat mendorong perusahaan untuk melakukan perbaikan secara berkelanjutan.

Dimensi sumber daya manusia dan efektifitas waktu yang merupakan dimensi yang memiliki nilai *leanness* terendah dapat dikatakan sebagai dimensi yang kritis. Hal ini dikarenakan nilai *leanness* dari kedua dimensi ini berada dibawah nilai *leanness* terendah yang diharapkan perusahaan, yaitu sebesar 50. Kritisnya dimensi ini menunjukkan bahwa kedua dimensi diperbaiki untuk dapat meningkatkan performansi perusahaan. Oleh karena itu, perlu dilakukan analisis lebih lanjut terhadap akar penyebab permasalahan dari kedua dimensi tersebut untuk mendapatkan penyebab kunci dari rendahnya nilai *leanness* dari kedua dimensi tersebut.

5.1.2 Analisis Technology Assessment

Technology assessment pada penelitian ini dilakukan pada komponen THIO yang digunakan oleh perusahaan untuk mendukung jalannya operasional bisnis perusahaan. Penilaian terhadap masing-masing komponen teknologi dilakukan dengan menggunakan metode *technometric*, dimana metode tersebut akan mengukur tingkat kontribusi dari masing-masing komponen teknologi pada sistem perusahaan. Indikator-indikator penilaian yang digunakan pada penelitian ini dihasilkan dengan melakukan diskusi secara langsung dengan pihak manajemen

perusahaan, sehingga indikator penilaian yang digunakan dapat merepresentasikan kontribusi teknologi di perusahaan.

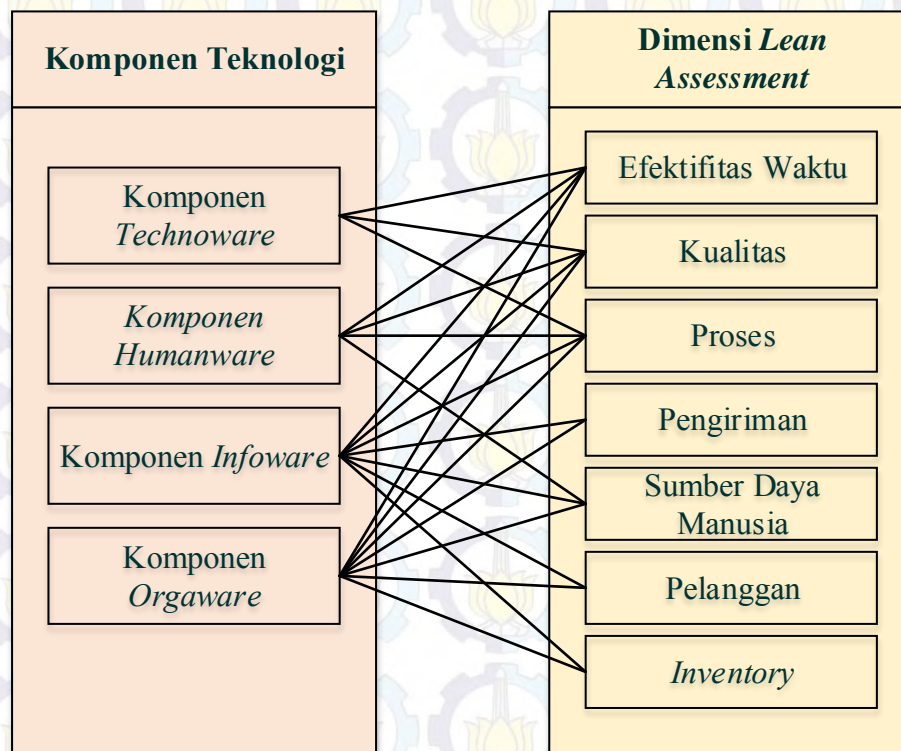
Berdasarkan hasil perhitungan terhadap nilai koefisien kontribusi masing-masing komponen teknologi yang telah dilakukan pada tahap *measure*, diketahui komponen *infoware* merupakan komponen yang memiliki nilai koefisien kontribusi terkecil, yaitu sebesar 0.817 dari skala 0-1. Rendahnya nilai koefisien kontribusi pada komponen *infoware* ini secara tidak langsung dipengaruhi oleh rendahnya nilai kontribusi dari elemen komponen *infoware* pengembangan *orgaware*. Rendahnya nilai kontribusi ini disebabkan oleh perencanaan pengembangan *infoware* yang berhubungan dengan pengembangan organisasi di perusahaan kurang diperhatikan dan kurang menjadi perhatian di pihak manajemen perusahaan.

Berdasarkan diskusi dengan pihak manajemen perusahaan, rendahnya nilai koefisien kontribusi dari komponen *infoware* ini dikarenakan pengembangan teknologi yang digunakan untuk mengembangkan organisasi di perusahaan selalu difokuskan pada pengembangan komponen *technoware*, yaitu komponen teknologi yang digunakan secara langsung pada aktivitas produksi. Kesadaran akan pentingnya komponen *infoware* yang masih kurang menjadi salah satu faktor penyebab kurang diperhatikannya pengembangan *infoware* di perusahaan. Selain itu, kurang *update*-nya informasi yang disebar di perusahaan juga menjadi faktor penyebab rendahnya nilai kontribusi komponen *infoware*. Hal ini dikarenakan penyebaran informasi yang dilakukan oleh perusahaan masih dilakukan secara parsial antar elemen yang membutuhkan informasi dan dilakukan secara manual dengan memanfaatkan media elektronik yang masih umum. Penyebaran informasi yang demikian dapat mengakibatkan akurasi informasi berkurang dan proses penerimaan informasi yang lama. Selain itu, pemantauan terhadap performansi perusahaan tidak dapat dilakukan secara *up-to-date* untuk dapat melakukan perbaikan secara berkelanjutan.

Komponen *infoware* tersebut kemudian dianalisis lebih detail dengan menggunakan *root cause analysis* (RCA) untuk mendapatkan akar penyebab permasalahan. Sehingga perbaikan terhadap komponen *infoware* dapat memberikan dampak yang signifikan pada perusahaan.

5.1.3 Analisis Hubungan *Lean Assessment* dan *Technology Assessment*

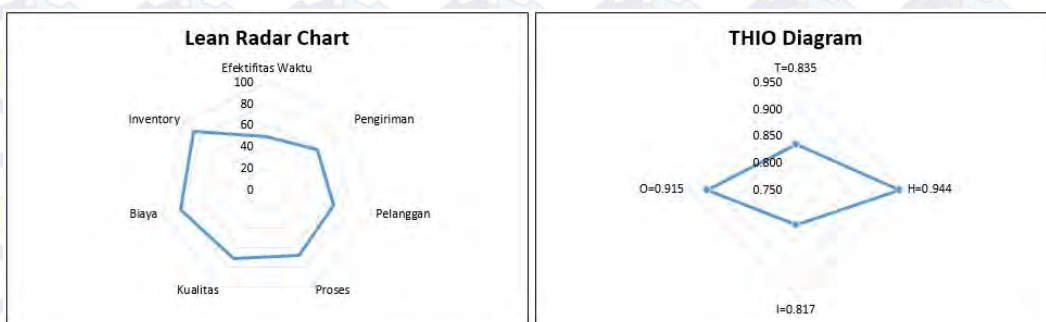
Lean dan teknologi merupakan satu kesatuan pendekatan yang dapat mendorong pertumbuhan perusahaan secara signifikan. Implementasi *lean* yang menerapkan konsep perbaikan secara berkelanjutan pada dasarnya sangat bergantung pada kondisi perusahaan tersebut, salah satunya adalah kandungan teknologi yang dimiliki perusahaan. Kandungan teknologi yang rendah pada perusahaan dapat menghambat proses perbaikan berkelanjutan yang akan dilakukan perusahaan. Hal ini dikarenakan upaya perbaikan yang akan dilakukan tidak didukung oleh teknologi tidak memadai, baik dari teknologi fisik (*technoware*), teknologi informasi (*infoware*), teknologi sumber daya manusia (*humanware*) maupun dari teknologi organisasi (*orgaware*). Oleh karena itu, untuk mengimplementasikan *lean* pada sistem bisnis perusahaan harus didukung dengan kandungan teknologi yang memadai.



Gambar 5.1 Hubungan Dimensi *Lean* dan Komponen Teknologi

Gambar 5.1 di atas menunjukkan hubungan antara dimensi *lean* dan komponen teknologi yang digunakan pada penelitian ini. Hubungan keduanya diperoleh dari masing-masing indikator penilaian yang digunakan yang dapat

mengakomodasi keduanya, yaitu *lean* dan komponen teknologi. Komponen *technoware* berhubungan dengan dimensi efektifitas waktu, kualitas dan proses. Hal ini dikarenakan komponen *technoware* yang berupa fasilitas fisik berhubungan erat dengan fasilitas produksi yang digunakan perusahaan. Kecepatan produksi, kapasitas produksi, performansi mesin dan sebagainya berhubungan erat dengan efektifitas waktu produksi, kualitas produk yang dihasilkan dan proses yang digunakan. Komponen *humanware* berhubungan dengan dimensi efektifitas waktu, kualitas, proses, dan sumber daya manusia. *Humanware*, baik dari kualifikasi hingga budaya kerja yang dimiliki berpengaruh terhadap performansi kerja. Performansi kerja inilah yang akan mempengaruhi tingkat efektifitas waktu, kualitas, proses (produktifitas dan OEE) serta keterlibatan sumber daya manusia pada sistem secara keseluruhan. Komponen *infoware* berhubungan dengan keseluruhan dimensi *lean*. Hal ini dikarenakan *infoware* mengakomodasi penyebaran informasi, fakta dan dokumentasi secara keseluruhan. Sedangkan komponen *orgaware* berhubungan dengan keseluruhan dimensi *lean*. Hal ini dikarenakan komponen *orgaware* berkaitan erat dengan kebijakan dan regulasi yang digunakan perusahaan dan berpengaruh pada keseluruhan aktivitas bisnis perusahaan. Adanya gap nilai yang signifikan pada dimensi *lean* atau komponen teknologi menunjukkan adanya ketidakkonsistensian pada dimensi *lean* dan komponen teknologi yang berhubungan.



Gambar 5.2 Lean Radar Chart vs THIO Diagram

Gambar 5.2 tersebut menunjukkan hasil *lean assessment* dan *technology assessment*. Kedua diagram menunjukkan adanya ketidakkonsistensian antara komponen *humanware* dengan dimensi sumber daya manusia serta komponen *technoware* dengan dimensi efektifitas waktu. Berdasarkan hasil *lean assessment*,

diketahui dimensi sumber daya manusia dan dimensi efektifitas waktu merupakan dua dimensi yang memiliki nilai *leanness* terendah. Sedangkan dari hasil *technology assessment*, komponen *technoware* dan komponen *humanware* merupakan komponen teknologi dengan nilai koefisien kontribusi yang cukup tinggi. Hasil yang berbeda ini menunjukkan bahwa perusahaan kurang mampu mengoptimalkan sumber daya yang dimiliki, baik dari sumber daya manusia maupun fasilitas produksi. Sumber daya manusia yang memiliki nilai kontribusi tinggi menunjukkan bahwa kemampuan yang dimiliki oleh sumber daya manusia tinggi. Sehingga kemampuan sumber daya manusia yang dimiliki perusahaan dapat dioptimalkan dengan menerapkan sistem atau kebijakan baru. Kandungan komponen *technoware* yang tinggi ini juga perlu dioptimalkan oleh perusahaan untuk dapat menghasilkan produk yang dapat memenuhi harapan dari konsumen. Tingginya kandungan komponen *technoware* ini menunjukkan bahwa secara teknologi, mesin dan fasilitas produksi yang dimiliki oleh perusahaan pada dasarnya dapat dioptimalkan untuk meningkatkan efektifitas waktu yang digunakan untuk melakukan aktivitas operasional dari perusahaan.

5.1.4 Pembangunan Root Cause Analysis (RCA)

RCA merupakan metode yang digunakan untuk mengetahui akar penyebab terjadinya permasalahan di perusahaan. Pembangunan RCA pada dasarnya dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa *tools*, misalnya *fishbone* atau *5 whys*. Pada penelitian ini pembangunan RCA dilakukan dengan menggunakan *tools 5 whys*, yaitu dengan menjawab pertanyaan *why* (mengapa) sebanyak lima kali secara berurutan pada masing-masing permasalahan. Hasil *why* terakhir merupakan akar penyebab permasalahan yang akan digunakan sebagai dasar dalam melakukan perbaikan. Pada penelitian ini, pembangunan RCA dilakukan pada dimensi *lean* yang kritis berdasarkan nilai *leanness* serta pada komponen teknologi yang kritis berdasarkan nilai TCC.

5.1.4.1 RCA Lean Assessment

Pembangunan RCA pada bagian ini dilakukan berdasarkan hasil *lean assessment* dengan dimensi yang memiliki nilai *leanness* yang rendah. Berdasarkan

hasil analisis pada bagian sebelumnya, diketahui dimensi *lean* yang kritis meliputi sumber daya manusia dan efektifitas waktu. Sehingga pembangunan RCA dilakukan untuk mengetahui akar penyebab kritisnya dimensi *lean* tersebut. Tabel 5.1 berikut merupakan RCA dari dimensi *lean* yang kritis berdasarkan hasil *lean assessment*.

Tabel 5.1 RCA Lean Assessment

Dimensi	Indikator	Akar Penyebab Permasalahan
Sumber Daya Manusia	Keterlibatan tenaga kerja dalam implementasi <i>lean</i>	Tidak adanya sistem <i>reward & punishment</i> yang terpadu di perusahaan
		Upaya pemahaman <i>lean</i> oleh manajemen belum optimal
Efektifitas Waktu	Waktu siklus lebih lama dibandingkan <i>takt time</i>	Aktivitas <i>maintenance</i> tidak berjalan sesuai dengan <i>preventive maintenance</i> yang telah disusun
		Penjadwalan <i>preventive maintenance</i> yang dilakukan tidak berdasarkan <i>reliability</i> mesin
		Kedisiplinan operator mengisi <i>checklist</i> kondisi mesin kurang
		Kurangnya pemahaman operator terhadap performansi mesin
		Tidak dipertimbangkannya keseimbangan lini pada lantai produksi
		Terbatasnya jumlah fasilitas <i>handling</i> yang dimiliki perusahaan
		Tidak adanya peralatan untuk mengontrol jalannya produksi
		Tidak tersedianya sistem informasi terintegrasi pada perusahaan

Tabel 5.1 di atas, menunjukkan hasil akhir dari pembangunan RCA yang dilakukan pada hasil *lean assessment* yang telah dilakukan. Pembangunan RCA tersebut dilakukan hingga diperoleh jawaban akhir dari pertanyaan *why* (mengapa) pada masing-masing dimensi dan indikator *lean* yang kritis. Detail dari proses pembangunan RCA dapat dilihat pada Lampiran 2. Masing-masing akar penyebab permasalahan di atas kemudian menjadi pertimbangan dalam melakukan penyusunan rencana perbaikan pada perusahaan yang akan dikembangkan pada subbab berikutnya.

5.1.4.2 RCA Technology Assessment

Pembangunan RCA pada bagian ini dilakukan berdasarkan komponen teknologi yang kritis, yaitu komponen teknologi yang memiliki nilai TCC yang rendah. Berdasarkan hasil analisis terhadap komponen teknologi yang kritis pada bagian sebelumnya, diketahui komponen teknologi yang kritis adalah *infoware*. Sehingga pembangunan RCA dilakukan pada komponen teknologi tersebut. Tabel 5.2 berikut ini merupakan pembangunan RCA pada komponen teknologi yang kritis dengan nilai TCC yang rendah.

Tabel 5.2 RCA Technology Assessment

Komponen Teknologi	Akar penyebab Permasalahan
<i>Infoware</i>	Mahalnya biaya pembelian <i>software</i> berlisensi
	Tidak adanya <i>trigger</i> tenaga kerja untuk meningkatkan <i>hard skill</i> yang dimiliki
	Tidak adanya sistem informasi terintegrasi di perusahaan

Tabel 5.2 di atas menunjukkan akar penyebab permasalahan terkait dengan rendahnya nilai koefisien kontribusi komponen *infoware* di perusahaan. Penyusunan akar penyebab permasalahan pada komponen teknologi ini dilakukan dengan menjawab pertanyaan *why* (mengapa) hingga ditemukan jawaban *why* yang terakhir. Detail dari proses penyusunan RCA pada *technology assessment* dapat dilihat pada Lampiran 3. Berdasarkan Tabel 5.2 di atas, permasalahan biaya merupakan permasalahan internal perusahaan yang tidak dapat dikendalikan oleh pihak eksternal. Sehingga pada penyusunan usulan rencana perbaikan yang akan dilakukan pada bagian selanjutnya, aspek biaya tidak dipertimbangkan.

5.2 Tahap Improve

Pada tahap ini dilakukan penyusunan rencana perbaikan (*improvement*) pada akar penyebab permasalahan yang diperoleh dari hasil pembangunan RCA. Penyusunan rencana perbaikan dilakukan dengan melakukan identifikasi terhadap usulan rencana perbaikan yang dapat dilakukan perusahaan berdasarkan akar penyebab permasalahan, menentukan kriteria performansi dan bobot kriteria performansi, melakukan pembobotan pada masing-masing usulan rencana perbaikan dan menghitung peningkatan performansi yang dapat diperoleh

perusahaan ketika usulan rencana perbaikan tersebut diimplementasikan oleh perusahaan.

5.2.1 Identifikasi Usulan Rencana Perbaikan

Berdasarkan akar penyebab permasalahan yang telah dianalisis dengan menggunakan RCA pada bagian sebelumnya, kemudian dilakukan penyusunan usulan rencana perbaikan yang mampu menjawab kebutuhan perbaikan pada masing-masing akar penyebab permasalahan. Tabel 5.3 berikut merupakan rekapitulasi akar penyebab permasalahan yang terjadi di perusahaan berdasarkan hasil RCA pada *lean assessment* maupun pada *technology assessment*.

Tabel 5.3 Rekapitulasi Hasil RCA

Kode	Akar Penyebab Permasalahan
AP1	Tidak adanya sistem <i>reward & punishment</i> yang terpadu di perusahaan
AP2	Upaya pemahaman <i>lean</i> oleh manajemen belum optimal
AP3	Aktivitas <i>maintenance</i> tidak berjalan sesuai dengan <i>preventive maintenance</i> yang telah disusun
AP4	Penjadwalan <i>preventive maintenance</i> yang dilakukan tidak berdasarkan <i>reliability</i> mesin
AP5	Kedisiplinan operator mengisi <i>checklist</i> kondisi mesin kurang
AP6	Kurangnya pemahaman operator terhadap performansi mesin
AP7	Tidak dipertimbangkannya keseimbangan lini pada lantai produksi
AP8	Terbatasnya jumlah fasilitas <i>handling</i> yang dimiliki perusahaan
AP9	Tidak adanya peralatan untuk mengontrol jalannya produksi
AP10	Tidak tersedianya sistem informasi terintegrasi pada perusahaan
AP11	Tidak adanya <i>trigger</i> tenaga kerja untuk meningkatkan <i>hard skill</i> yang dimiliki

Berdasarkan akar penyebab permasalahan yang telah direkap pada tabel di atas, kemudian dilakukan penyusunan rencana perbaikan yang dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan yang dialami oleh perusahaan. Tabel 5.4 berikut merupakan rencana perbaikan yang diusulkan, baik pada level strategis maupun level operasional.

Tabel 5.4 Usulan Rencana Perbaikan

Kode	Level Strategis	Kode	Level Operasional
RS1	Perbaikan sistem <i>reward & punishment</i>	RO1	Melakukan penjadwalan <i>route</i> fasilitas <i>handling</i> yang digunakan
RS2	Perbaikan sistem <i>maintenance</i> di perusahaan	RO2	Penyediaan papan kendali produksi pada tiap proses
RS3	Pembuatan sistem informasi terintegrasi level perusahaan	RO3	Pembuatan standardisasi materi <i>briefing</i>
RS4	Perbaikan <i>layout</i> produksi yang mempertimbangkan keseimbangan lini	RO4	Pembuatan skema pengawasan pelaksanaan SOP
		RO5	Melakukan penjadwalan produksi secara detail dan sistematis

Usulan rencana perbaikan tersebut disusun untuk dapat menyelesaikan akar permasalahan yang terjadi di perusahaan yang telah diidentifikasi sesuai dengan Tabel 5.3. Selanjutnya dilakukan pemetaan terhadap usulan rencana perbaikan terhadap akar permasalahan untuk mengetahui hubungan antara usulan rencana perbaikan dengan akar permasalahan yang terjadi sesuai Tabel 5.5.

Tabel 5.5 Pemetaan Usulan Rencana Perbaikan dengan Permasalahan

Kode Usulan	Kode Akar Penyebab Permasalahan										
	AP1	AP2	AP3	AP4	AP5	AP6	AP7	AP8	AP9	AP10	AP11
RS1	v										v
RS2			v	v	v						
RS3		v				v			v	v	
RS4							v	v			
RO1								v	v		
RO2							v		v		
RO3		v	v			v			v		
RO4			v	v	v						
RO5							v	v	v		

Kode usulan rencana perbaikan yang digunakan pada Tabel 5.5 di atas disesuaikan dengan kode usulan yang telah diidentifikasi pada Tabel 5.4. Sedangkan kode akar penyebab permasalahan disesuaikan dengan Tabel 5.3. Berdasarkan Tabel 5.5 di atas, terlihat bahwa usulan rencana perbaikan yang disusun dapat mengatasi beberapa permasalahan yang terjadi di perusahaan berdasarkan hasil analisis dengan menggunakan RCA.

Berikut merupakan deskripsi singkat dari masing-masing usulan rencana perbaikan yang diberikan, baik pada level operasional maupun level strategis.

a. Level Operasional

Usulan perbaikan yang diberikan pada level operasional mengarah pada perbaikan secara langsung pada aktivitas sehari-hari yang dilakukan oleh perusahaan untuk menunjang jalannya operasi bisnis di perusahaan. Usulan rencana perbaikan yang diberikan pada level operasional ini meliputi:

- i. Melakukan penjadwalan *route* fasilitas *handling* yang digunakan
Usulan terhadap penjadwalan *route* fasilitas *handling* dilakukan untuk mengatasi permasalahan terbatasnya fasilitas *handling* yang dimiliki oleh perusahaan. Fasilitas *handling* yang terbatas dan tidak *dedicated* yang dimaksudkan adalah *forklift*. Keterbatasan jumlah *forklift* ini menjadi kendala karena seringkali menimbulkan aktivitas *waiting* pada produk yang siap dikirim ke proses produksi selanjutnya, misal dari proses *heat treatment* ke proses *shoot blast*. Usulan rencana perbaikan untuk melakukan penjadwalan *route* fasilitas *handling* ini diharapkan dapat mengeliminasi atau mengurangi waktu tunggu produk karena kedatangan fasilitas *handling* disesuaikan dengan waktu siklus produksi pada masing-masing proses sebagai upaya peningkatan nilai *leanness* dari dimensi efektifitas waktu dan peningkatan kandungan komponen *technoware*. Berikut merupakan langkah-langkah perbaikan untuk melakukan penjadwalan *route* fasilitas *handling* di perusahaan:
 1. Melakukan penjadwalan produksi sesuai dengan waktu siklus tiap proses,
 2. Menambahkan SOP perputaran fasilitas *handling*,
 3. Melakukan perhitungan terhadap kapasitas fasilitas *handling*,
 4. Melakukan perhitungan terhadap jarak antar stasiun kerja,
 5. Menyusun alternatif *route* fasilitas *handling* dengan berdasarkan waktu siklus dan jarak pengiriman barang,
 6. Mengevaluasi alternatif *route* yang telah disusun,
 7. Menentukan *route* terbaik berdasarkan waktu tunggu terkecil dari masing-masing alternatif *route* yang disusun.

- ii. Penyediaan papan kendali produksi pada tiap proses
- Pengendalian terhadap jalannya aktivitas produksi pada dasarnya merupakan salah satu aktivitas penting yang perlu dilakukan oleh perusahaan. Pengendalian ini dimaksudkan agar proses produksi dapat berjalan secara optimal dalam rangka pemenuhan target produksi. Sesuai dengan Tabel 5.5, usulan terhadap penyediaan papan kendali produksi ini diharapkan dapat mengatasi permasalahan berupa kurang dipertimbangkannya keseimbangan lini proses produksi dan tidak adanya peralatan untuk mengontrol jalannya produksi. Sehingga pengendalian produksi dapat berjalan dengan baik dan dapat segera dilakukan penanganan ketika terjadi permasalahan pada suatu proses. Perlunya panyediaan papan kendali ini dikarenakan adanya peningkatan *order* yang diterima oleh perusahaan. Sehingga pengendalian produksi menjadi kunci pemenuhan *order* agar sesuai dengan *deadline*. *Update* informasi jalannya produksi yang diperoleh dari papan kendali tersebut dapat menjadi *input* perusahaan untuk melakukan analisis terhadap kapasitas produksi pada masing-masing proses produksi. Sehingga dapat dilakukan penjadwalan produksi maupun perbaikan *layout* produksi yang sesuai dengan kapasitas produksi tersebut untuk menghindari munculnya pemborosan di lantai produksi. Gambar 5.3 berikut merupakan *template* papan kendali yang dapat digunakan oleh perusahaan.

NAMA PROSES					
NOMOR ORDER HARI SHIFT KE					
JADWAL PRODUKSI	JAM KE	JUMLAH UNIT YANG DIHASILKAN	UNIT TERKIRIM KE PROSES SELANJUTNYA	SISA BEBAN KERJA	KENDALA

Gambar 5.3 Papan Kendali Produksi

iii. Pembuatan standardisasi materi *briefing*

Briefing merupakan salah satu aktivitas pokok yang dilakukan oleh perusahaan setiap hari. Tujuan utama pelaksanaan *briefing* yang dilakukan adalah untuk menjelaskan target produksi per minggu dan informasi penting lainnya. Namun, selama ini perusahaan tidak memiliki standar materi yang akan disampaikan ketika pelaksanaan *briefing*. Sehingga materi *briefing* sangat bergantung pada pemateri yang bersangkutan. Usulan rencana perbaikan untuk menstandarkan materi *briefing* yang dilakukan diharapkan dapat menjadi salah satu cara untuk memastikan proses produksi berjalan sesuai dengan SOP (*Standard Operational Procedure*), media untuk meningkatkan pemahaman terhadap *lean*, mengontrol jalannya aktivitas produksi dan mempercepat aliran informasi di perusahaan. Beberapa standar materi *briefing* yang dapat digunakan oleh perusahaan berdasarkan hasil *brainstorming* dengan pihak manajemen perusahaan adalah:

1. Target produksi per satuan waktu
2. Pencerdasan SOP, baik SOP proses, SOP pemeliharaan mesin, SOP operasi non manufaktur lain.
3. Pencerdasan terkait pentingnya 5R dan K3 (Kesehatan dan Keselamatan Kerja)
4. Pemahaman terkait dengan konsep *lean*
5. Penyampaian informasi terbaru di perusahaan
6. Penyampaian pentingnya budaya kerja yang baik
7. Materi lain-lain

iv. Pembuatan skema pengawasan SOP

Standard Operational Procedure (SOP) merupakan suatu pedoman yang digunakan untuk dapat melaksanakan suatu aktivitas sesuai dengan prosedur yang ada. Kedisiplinan terhadap pelaksanaan suatu kerja dapat meningkatkan efisiensi kerja yang dilakukan. Usulan perbaikan terkait pembuatan skema pengawasan SOP ini dimaksudkan untuk dapat mengatasi permasalahan terkait kedisiplinan pelaksanaan

kerja sesuai SOP, baik dari segi pemahaman maupun dari segi pelaksanaan teknis, dan sebagai upaya untuk mengontrol jalannya aktivitas produksi. Berikut merupakan beberapa SOP yang perlu diperhatikan agar proses produksi dapat berjalan secara optimal.

1. SOP proses produksi, khususnya pada proses produksi kritis (pembuatan pola, pembuatan *core*, pembuatan cetakan, *melting* dan *pouring*),
2. SOP performansi mesin (SOP *setup* mesin, *checklist* laporan kondisi mesin, *checklist* permintaan *maintenance*).

v. Melakukan penjadwalan secara detail dan sistematis

Penjadwalan terhadap aktivitas produksi merupakan salah satu metode yang dapat dilakukan untuk mengendalikan jalannya proses produksi di perusahaan. Penjadwalan produksi yang dilakukan secara detail dan sistematis dapat mempermudah bagian produksi untuk mengontrol dan mengawasi jalannya produksi. Penjadwalan produksi secara ideal dilakukan untuk masing-masing *part* atau komponen dan berdasarkan pada waktu siklus dari masing-masing *part* atau komponen. Usulan perbaikan terhadap penjadwalan produksi secara detail dan sistematis ini dilakukan sebagai upaya untuk mengatasi permasalahan tidak adanya media atau peralatan yang dapat digunakan untuk mengontrol proses produksi. Selama ini, penjadwalan produksi yang dilakukan oleh perusahaan hanya secara umum pada keseluruhan unit produk yang dipesan oleh konsumen untuk menunjukkan kesiapan perusahaan menerima pesanan tersebut. Selanjutnya tidak dilakukan penjadwalan produksi secara detail per satuan waktu produksi. Hal ini menyebabkan kontrol terhadap proses produksi hanya dapat dilakukan dengan menetapkan target produksi mingguan tanpa mempertimbangkan kapasitas produksi pada saat yang bersamaan. Langkah yang dapat dilakukan untuk melakukan penjadwalan produksi secara detail dan sistematis ini antara lain:

1. Melakukan *break down* terhadap *part* atau komponen produk yang akan dihasilkan dan proses produksi yang sesuai,
2. Melakukan standarisasi waktu produksi pada masing-masing proses,
3. Menjadwalkan produksi berdasarkan waktu siklus dan *part* atau komponen produk serta mempertimbangkan *deadline* dan kapasitas produksi.

b. Level Strategis

Usulan perbaikan yang diberikan pada level strategis mengarah pada perbaikan sistem yang digunakan oleh perusahaan dan merupakan perencanaan jangka panjang. Usulan rencana perbaikan yang diberikan pada level strategis ini meliputi:

i. Perbaikan sistem *reward & punishment*

Perbaikan terhadap sistem *reward & punishment* dimaksudkan untuk dapat mendorong tenaga kerja untuk meningkatkan kinerjanya. Usulan rencana perbaikan terkait sistem *reward & punishment* ini diberikan sebagai upaya untuk mengatasi permasalahan kurangnya inisiatif dan kemauan tenaga kerja untuk meningkatkan kemampuan *hardskill* yang dimiliki. Usulan rencana perbaikan ini disusun untuk mendukung manajemen sumber daya manusia yang memiliki kemampuan tinggi (berdasarkan komponen *humanware*) untuk menunjang peningkatan nilai *leanness* pada dimensi sumber daya manusia. Pada dasarnya perusahaan saat ini telah menggunakan sistem *reward & punishment*, namun kurang menjadi perhatian manajemen dalam meningkatkan kinerja tenaga kerja, khususnya tenaga kerja langsung. Perbaikan terhadap sistem *reward & punishment* dapat dilakukan dengan:

1. Menentukan identifikasi kriteria dan sub kriteria kinerja yang tepat,
2. Melakukan pembobotan pada masing-masing kriteria dan sub kriteria kinerja yang digunakan,
3. Penentuan target kinerja terbaik dan terburuk yang menjadi dasar pemberian *reward & punishment*,

4. Penentuan interval pelaksanaan realisasi *reward & punishment*,
5. Sosialisasi sistem *reward & punishment* pada keseluruhan elemen perusahaan.

ii. Perbaikan sistem *maintenance*

Sistem *maintenance* merupakan salah satu pendukung utama jalannya aktivitas produksi. Sistem *maintenance* yang baik dapat meningkatkan availabilitas fasilitas produksi dan mendukung upaya pemenuhan target produksi. Usulan perbaikan terhadap perbaikan sistem *maintenance* ini dilakukan untuk dapat meningkatkan availabilitas dari fasilitas produksi dan memudahkan tenaga kerja untuk memahami dan turut serta mengontrol kondisi mesin produksi yang digunakan. Hal ini dikarenakan mesin produksi yang digunakan di perusahaan sudah tua dan adanya peningkatan pesanan dari konsumen. Sehingga dengan adanya perbaikan sistem *maintenance* ini diharapkan perusahaan mampu meningkatkan efektifitas waktu dan menyeimbangkan komponen teknologi perusahaan, khususnya komponen *technoware*, komponen *humanware* dan komponen *infoware*. Langkah yang dapat dilakukan untuk memperbaiki sistem *maintenance* di perusahaan meliputi:

1. Memperbaiki penjadwalan *maintenance* dengan berdasarkan *reliability* (keandalan) mesin,
2. Memperbaiki SOP pelaksanaan *setup* mesin,
3. Memperbaiki *checklist* pelaporan kondisi mesin,
4. Menyediakan SOP pelaksanaan *autonomous maintenance* (*maintenance* yang dilakukan oleh operator).

iii. Pembuatan sistem informasi terintegrasi

Penyebaran informasi yang terkini dan dapat diakses oleh semua elemen perusahaan merupakan salah satu bentuk pengendalian kinerja perusahaan dan mempermudah aliran informasi yang terjadi di perusahaan. Berdasarkan hasil *brainstorming*, penyebaran informasi

yang dilakukan secara manual tersebut dapat menghambat jalannya operasional perusahaan. Usulan rencana perbaikan terkait pembuatan sistem informasi terintegrasi ini dimaksudkan untuk dapat menjadi media kontrol perusahaan terhadap jalannya aktivitas operasional dan mendorong elemen perusahaan untuk mengetahui kondisi terkini dari perusahaan. Selain itu, sistem informasi terintegrasi ini dapat menjadi salah satu cara perusahaan untuk mengembangkan informasi yang berhubungan dengan organisasi kerja di perusahaan. Pentingnya sistem informasi terintegrasi ini didorong oleh seringnya miskomunikasi yang terjadi di perusahaan dan berakibat secara langsung pada proses produksi di perusahaan. Sistem informasi terintegrasi ini dapat berupa *website* yang hanya dapat diakses oleh internal perusahaan.

iv. Perbaikan *layout* produksi dengan *line balancing*

Perbaikan terhadap *layout* produksi ini dimaksudkan untuk dapat meningkatkan efisiensi siklus produksi yang berjalan di perusahaan. Peningkatan efisiensi ini dapat dilihat pada reduksi aktivitas *non value added* yang muncul pada pelaksanaan proses produksi dan peningkatan *mean lead time*. Perbaikan *layout* produksi yang memperhatikan keseimbangan lini diharapkan dapat mengurangi aktivitas *waiting* yang seringkali terjadi di perusahaan. Perbaikan terhadap *layout* yang mempertimbangkan keseimbangan lini produksi ini dapat dilakukan dengan:

1. Mengidentifikasi aktivitas-aktivitas per proses produksi yang dilakukan,
2. Menentukan waktu per aktivitas produksi,
3. Memperbaiki SOP proses produksi untuk menghasilkan *precedence diagram*,
4. Menghitung waktu siklus dari masing-masing proses produksi,
5. Menyusun kombinasi klasifikasi proses ke dalam stasiun kerja,
6. Menghitung efektifitas dan efisiensi dari susunan stasiun kerja, baik dari *balance delay* maupun *line efficiency*,

7. Menentukan susunan stasiun kerja paling optimum.

5.2.2 Pembobotan Usulan Rencana Perbaikan

Setelah dilakukan identifikasi terhadap usulan rencana perbaikan pada subbab sebelumnya, kemudian dilakukan pembobotan terhadap usulan rencana perbaikan yang teridentifikasi. Pembobotan terhadap usulan rencana perbaikan dimaksudkan untuk mengetahui prioritas dan penilaian usulan rencana perbaikan dari perspektif manajemen perusahaan pada masing-masing level perencanaan yang digunakan. Pembobotan pada usulan rencana perbaikan ini dilakukan dengan menggunakan metode AHP (*Analytical Hierarchy Process*). Kriteria penilaian usulan rencana perbaikan untuk penentuan prioritas manajemen sesuai Tabel 5.6.

Tabel 5.6 Kriteria Penilaian Usulan Perbaikan

Kode	Kriteria Penilaian
A	Performansi
B	Availabilitas
C	Kualitas

Penentuan kriteria penilaian yang digunakan dilakukan dengan melakukan diskusi dengan pihak manajemen perusahaan yang merupakan *expert* di perusahaan. Kriteria penilaian yang digunakan merupakan *breakdown* dari OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) yang merupakan kriteria penilaian sistem produksi perusahaan secara keseluruhan. Kriteria penilaian tersebut digunakan pada masing-masing usulan rencana perbaikan yang diusulkan pada kedua level perencanaan yang digunakan, yaitu level strategis dan level operasional. Pembobotan terhadap usulan rencana perbaikan dilakukan dengan menyebar kuisisioner kepada pihak manajemen perusahaan selaku pihak *expert* di perusahaan dengan hasil sesuai Tabel 5.7.

Tabel 5.7 Bobot Usulan Rencana Perbaikan

Kode	Kriteria Penilaian	Bobot
A	Performansi	0.357
B	Availabilitas	0.268
C	Kualitas	0.375

Berdasarkan bobot kriteria tersebut, kemudian dilakukan pembobotan pada masing-masing usulan rencana perbaikan yang diberikan, baik pada level strategis maupun pada level operasional. Pembobotan dilakukan dengan menyebar kuisioner pada pihak manajemen perusahaan yang merupakan *expert* di perusahaan. Tabel 5.8 berikut merupakan hasil pembobotan terhadap usulan rencana perbaikan pada level strategis.

Tabel 5.8 Pembobotan Usulan Rencana Perbaikan Level Strategis

Level Strategis	Bobot			Kriteria Rekomendasi			Bobot Rekomendasi
				A	B	C	
	A	B	C	0.357	0.268	0.375	
RS1	0.294	0.117	0.172	0.105	0.031	0.064	0.2008
RS2	0.138	0.392	0.389	0.049	0.105	0.146	0.3001
RS3	0.487	0.078	0.122	0.174	0.021	0.046	0.2406
RS4	0.081	0.412	0.317	0.029	0.110	0.119	0.2581

Kode usulan rencana perbaikan yang digunakan sesuai dengan kode yang telah ditentukan pada Tabel 5.4. Bobot rekomendasi yang dihasilkan pada penilaian yang dilakukan merepresentasikan prioritas usulan rencana perbaikan dari pihak manajemen perusahaan. Berdasarkan bobot tersebut, diketahui urutan usulan rencana perbaikan mulai dari prioritas pertama adalah perbaikan sistem *maintenance*, perbaikan *layout* produksi dengan memperhatikan *line balancing*, perbaikan sistem informasi terintegrasi serta perbaikan sistem *reward & punishment* pada tenaga kerja.

Berdasarkan urutan prioritas ini, pihak manajemen perusahaan menilai bahwa perbaikan terhadap sistem *maintenance* di perusahaan dapat memberikan dampak peningkatan performansi, availabilitas dan kualitas yang signifikan di perusahaan (bobot usulan = 0.3001). Sedangkan perbaikan terhadap sistem *reward & punishment* dinilai kurang memberikan perbaikan yang signifikan terhadap sistem yang digunakan (bobot usulan = 0.2008).

Penilaian yang sama dilakukan pada usulan rencana perbaikan yang diberikan pada level operasional. Tabel 5.9 berikut menunjukkan hasil pembobotan terhadap masing-masing usulan rencana perbaikan yang diberikan berdasarkan perspektif pihak manajemen perusahaan.

Tabel 5.9 Pembobotan Usulan Rencana Perbaikan Level Operasional

Level Operasional	Bobot			Kriteria Rekomendasi			Bobot Rekomendasi
				A	B	C	
	A	B	C	0.357	0.268	0.375	
RO1	0.313	0.261	0.104	0.112	0.070	0.039	0.221
RO2	0.237	0.289	0.177	0.085	0.077	0.066	0.228
RO3	0.088	0.074	0.319	0.031	0.020	0.120	0.171
RO4	0.125	0.108	0.274	0.045	0.029	0.103	0.176
RO5	0.237	0.268	0.127	0.085	0.072	0.048	0.204

Kode usulan rencana perbaikan yang digunakan sesuai dengan kode usulan rencana perbaikan yang telah diidentifikasi pada Tabel 5.4. Berdasarkan pembobotan yang telah dilakukan, urutan usulan rencana perbaikan yang diprioritaskan oleh pihak manajemen perusahaan (berdasarkan bobot terbesar) adalah penyediaan papan kendali produksi pada masing-masing proses, melakukan penjadwalan *route* pada fasilitas *handling* yang dimiliki, melakukan penjadwalan produksi secara detail dan sistematis, pembuatan skema pengawasan SOP, serta pembuatan standardisasi materi *briefing*.

Berdasarkan prioritas pihak manajemen terhadap usulan rencana perbaikan yang diberikan, penyediaan papan kendali produksi pada masing-masing proses dinilai memiliki perbaikan yang signifikan terhadap performansi, availabilitas dan kualitas dari sistem (bobot usulan = 0.228). Sedangkan pembuatan standardisasi materi *briefing* dinilai kurang memberikan perbaikan yang signifikan terhadap performansi, availabilitas dan kualitas dari sistem (bobot usulan = 0.171).

5.2.3 Peningkatan Performansi berdasarkan Rencana Perbaikan

Usulan rencana perbaikan yang diperhitungkan peningkatan performansinya pada penelitian ini adalah usulan rencana perbaikan yang paling diprioritaskan, yaitu usulan dengan bobot tertinggi dan usulan rencana perbaikan yang kurang diprioritaskan, yaitu usulan dengan bobot terendah. Hal ini dimaksudkan agar perusahaan dapat mengetahui rentang peningkatan performansi yang didapatkan ketika mengimplementasikan usulan rencana perbaikan yang diberikan. Perhitungan terhadap peningkatan performansi dilakukan pada level operasional dan level strategis. Pada level operasional, usulan rencana perbaikan

yang diperhitungkan adalah standardisasi materi *briefing* dan penyediaan papan kendali produksi. Sedangkan pada level strategis, usulan rencana perbaikan yang diperhitungkan adalah perbaikan sistem *reward & punishment* dan perbaikan sistem *maintenance*.

Perhitungan terhadap peningkatan performansi ini dilakukan dengan *brainstorming* dengan pihak manajemen perusahaan selaku *expert* di perusahaan. *Brainstorming* dimaksudkan agar hasil perhitungan peningkatan performansi lebih akurat dan sesuai dengan kondisi perusahaan. Kriteria yang digunakan untuk menilai peningkatan performansi pada kedua usulan perbaikan mengarah pada pelaksanaan aktivitas produksi. Hal ini dikarenakan aktivitas produksi merupakan *core process* dari perusahaan dan berpengaruh signifikan terhadap ketercapaian target perusahaan.

a. Perbaikan level operasional

- Standardisasi materi *briefing*

Perbaikan pada level operasional dilakukan dengan standardisasi materi *briefing*. Standardisasi terhadap materi *briefing* secara tidak langsung akan berpengaruh terhadap kedisiplinan tenaga kerja dalam menjalankan proses kerja sesuai dengan SOP dan meningkatkan pemahaman tenaga kerja terhadap *lean*, dalam lingkup sederhananya adalah pemahaman terhadap pentingnya 5R pada sistem produksi. Peningkatan performansi pada level operasional ini dapat dilihat dari *mean lead time*, waktu siklus, waktu *non value added*, produk cacat yang dihasilkan dan penghematan biaya akibat adanya produk cacat. Tabel 5.10 berikut merupakan perhitungan terhadap peningkatan performansi berdasarkan kriteria yang digunakan pada perbaikan level operasional.

Tabel 5.10 Peningkatan Kriteria Performansi Standardisasi Materi *Briefing*

Kriteria	Kondisi Eksisting	Setelah Perbaikan	Perbaikan
<i>Mean Lead Time</i>	5009	4929	1.60%
Waktu Siklus	3651	3614	1.01%
Waktu <i>Setup</i>	284.5	268.5	5.62%
Waktu <i>Non Value Added</i>	2308	2265	1.86%
Produk Cacat	0.24%	0.23%	3.23%
Penghematan Biaya per Bulan	Rp	16,537,570.98	

Berdasarkan Tabel 5.10 di atas, dilakukan perhitungan terhadap peningkatan performansi secara keseluruhan berdasarkan kriteria performansi perusahaan, yaitu performansi, availabilitas dan kualitas. Pada perbaikan yang dilakukan di level operasional ini, peningkatan paling besar terjadi pada performansi kerja dari sistem produksi, dimana peningkatan performansi pada kriteria performansi sebesar 6.996%. Kriteria availabilitas mengalami peningkatan sebesar 0.015%. Sedangkan kriteria kualitas mengalami peningkatan sebesar 0.008%. Selain itu, implementasi terhadap usulan rencana perbaikan ini dapat menghemat biaya yang dikeluarkan sebesar Rp 16,537,570.98 per bulan dan OEE (*Overall Equipment Efficiency*) perusahaan meningkat dari 60.88% menjadi 67.581%. Usulan perbaikan ini juga dapat meningkatkan nilai *leanness* perusahaan, dari 68.981 menjadi 70.910 atau mengalami peningkatan sebesar 2.81% dan nilai TCC dari 0.589 menjadi 0.598 atau meningkat sebesar 1.49%.

- **Penyediaan papan kendali produksi**

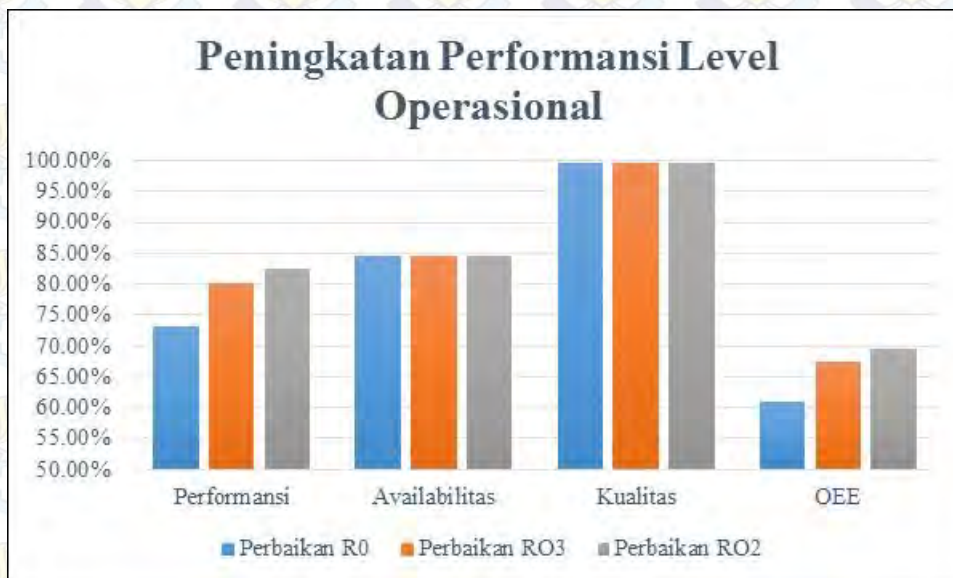
Penyediaan papan kendali merupakan usulan rencana perbaikan yang diprioritaskan oleh pihak manajemen. Penyediaan papan kendali ini dimaksudkan untuk dapat mengontrol jalannya produksi agar proses produksi berjalan sesuai dengan perencanaan dan penjadwalan yang telah ditentukan. Selain itu, penyediaan papan kendali ini juga sebagai upaya untuk memperbaiki sistem informasi yang digunakan oleh perusahaan. Tabel 5.11 berikut ini merupakan perhitungan terhadap peningkatan performansi pada penyediaan papan kendali produksi.

Tabel 5.11 Peningkatan Kriteria Performansi Penyediaan Papan Kendali Produksi

Kriteria	Kondisi Eksisting	Setelah Perbaikan	Perbaikan
<i>Mean Lead Time</i>	5959	4828	18.98%
Waktu Siklus	3651	3614	1.01%
Waktu <i>Setup</i>	284.5	268.5	5.62%
Waktu <i>Non Value Added</i>	2308	1744	24.44%
Produk Cacat	0.24%	0.22%	6.25%
Penghematan Biaya per Bulan	Rp		22,140,074.49

Berdasarkan perhitungan peningkatan performansi berdasarkan kriteria di atas, kemudian dilakukan perhitungan terhadap peningkatan performansi secara keseluruhan berdasarkan kriteria performansi perusahaan, yaitu performansi, availabilitas dan kualitas. Perbaikan dengan penyediaan papan kendali produksi ini memberikan peningkatan terbesar pada kriteria performansi, yaitu sebesar 9.357%. Sedangkan kriteria availabilitas dan kualitas mengalami peningkatan yang sama, yaitu sebesar 0.015%. Selain itu, implementasi terhadap usulan rencana perbaikan ini dapat menghemat biaya yang dikeluarkan sebesar Rp 22,140,074.49 per bulan dan OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) meningkat dari 60.88% menjadi 69.576%. Usulan perbaikan ini juga dapat meningkatkan nilai *leanness* perusahaan, dari 68.981 menjadi 71.817 atau mengalami peningkatan sebesar 4.12% serta meningkatkan nilai TCC dari 0.589 menjadi 0.605 atau peningkatan sebesar 2.71%.

Gambar 5.4 berikut merupakan grafik peningkatan performansi pada usulan rencana perbaikan pada level operasional. R0 merupakan kondisi eksisting perusahaan, RO2 merupakan perbaikan penyediaan papan kendali, dan RO3 merupakan perbaikan standardisasi materi *briefing*.



Gambar 5.4 Grafik Performansi Usulan Perbaikan Level Operasional

Perbaikan pada level operasional mampu memberikan peningkatan performansi pada kriteria performansi antara 6.996%-9.357%, peningkatan kriteria

availabilitas sebesar 0.015%, peningkatan kriteria kualitas antara 0.008%-0.015%, peningkatan OEE antara 5.913%-7.908% serta mampu memberikan penghematan biaya per bulan antara Rp 16,537,570.98 hingga Rp 22,140,074.49. Sehingga dapat disimpulkan bahwa perbaikan pada level operasional mampu memberikan peningkatan signifikan pada kriteria performansi dan mampu meningkatkan nilai *leanness* maupun nilai TCC.

b. Perbaikan lvelevel strategis

– Perbaikan sistem *reward & punishment*

Perbaikan pada level strategis dilakukan dengan memperbaiki sistem *reward & punishment* yang merupakan salah satu cara metode yang digunakan oleh perusahaan untuk mendorong kinerja tenaga kerja yang dimiliki. Perbaikan terhadap sistem *reward & punishment* pada dasarnya mendorong tenaga kerja untuk bekerja dengan performansi terbaik yang dimiliki, baik dari kecepatan kerja maupun ketepatan kerja. Perbaikan terhadap sistem *reward & punishment* dapat memberikan pengaruh yang cukup signifikan terhadap performansi sistem produksi. Tabel 5.12 berikut merupakan perhitungan terhadap peningkatan yang diperoleh perusahaan dengan memperbaiki sistem *reward & punishment* yang digunakan.

Tabel 5.12 Kriteria Peningkatan Performansi Perbaikan Sistem *Reward & Punishment*

Kriteria	Kondisi Eksisting	Setelah Perbaikan	Perbaikan
<i>Mean Lead Time</i>	5009	4929	1.60%
Waktu Siklus	3651	3600	1.40%
Waktu <i>Setup</i>	284.5	265.5	6.68%
Waktu <i>Non Value Added</i>	2308	2279	1.26%
Produk Cacat	0.24%	0.21%	11.76%
Penghematan Biaya per Bulan	Rp	29,090,634.78	

Berdasarkan peningkatan terhadap beberapa kriteria tersebut, kemudian dilakukan perhitungan terhadap peningkatan secara keseluruhan pada kriteria performansi yang digunakan oleh perusahaan, yaitu performansi, availabilitas dan kualitas. Diketahui bahwa implementasi terhadap usulan perbaikan sistem *reward*

& *punishment* yang digunakan oleh perusahaan dapat meningkatkan performansi perusahaan sebesar 8.059%. Kriteria availabilitas mengalami peningkatan sebesar 0.037%. Sedangkan kriteria kualitas mengalami peningkatan sebesar 0.028%. Dengan peningkatan performansi tersebut, perusahaan dapat meningkatkan OEE (*overall equipment efficiency*) yang dimiliki dari 60.88 % menjadi 68.509% dan dapat menghemat biaya sebesar Rp 29,090,634.78 per bulan. Usulan perbaikan ini juga dapat meningkatkan nilai *leanness* perusahaan, dari 68.981 menjadi 71.245 atau mengalami peningkatan sebesar 3.29% serta meningkatkan nilai TCC dari 0.589 menjadi 0.611 atau kenaikan sebesar 3.69%.

– Perbaikan sistem *maintenance*

Perbaikan terhadap sistem *maintenance* merupakan usulan rencana perbaikan yang diprioritaskan oleh pihak manajemen. Perbaikan terhadap sistem *maintenance* yang digunakan oleh perusahaan ini dimaksudkan untuk dapat meningkatkan efektifitas dari sistem produksi serta meningkatkan kedisiplinan dan kemampuan tenaga kerja dalam menjaga performansi mesin. Tabel 5.13 berikut merupakan perhitungan terhadap peningkatan performansi perusahaan berdasarkan kriteria yang digunakan.

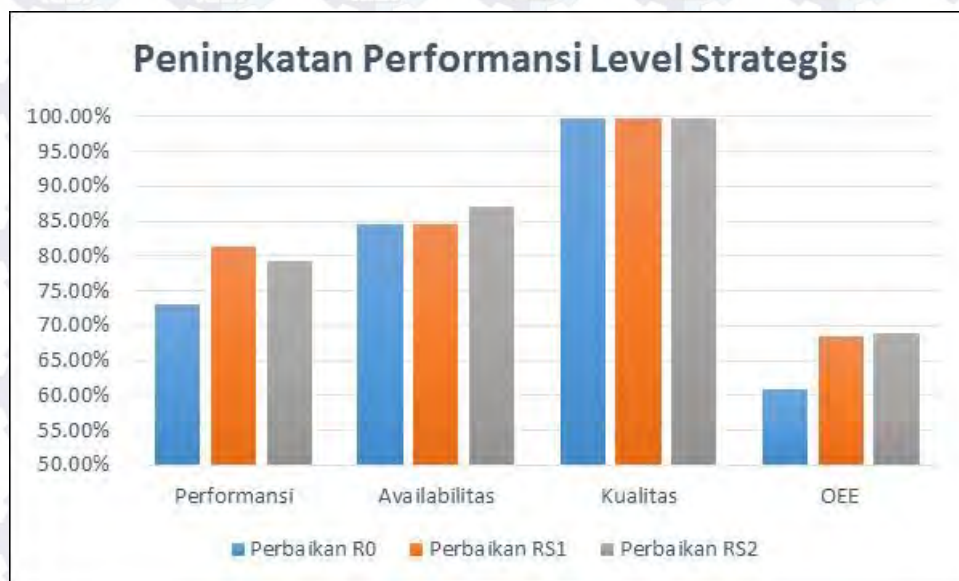
Tabel 5.13 Kriteria Peningkatan Performansi Perbaikan Sistem *Maintenance*

Kriteria	Kondisi Eksisting	Setelah Perbaikan	Perbaikan
<i>Mean Lead Time</i>	5959	4918	17.47%
Waktu Siklus	3651	3591	1.64%
Waktu <i>Setup</i>	284.5	263.5	7.38%
Waktu <i>Non Value Added</i>	2308	2277	1.34%
Produk Cacat	0.24%	0.19%	18.92%
Penghematan Biaya	Rp 42,874,130.162		

Berdasarkan perhitungan peningkatan performansi berdasarkan kriteria di atas, kemudian dilakukan perhitungan terhadap peningkatan performansi secara keseluruhan berdasarkan kriteria performansi perusahaan, yaitu performansi, availabilitas dan kualitas. Pada perbaikan sistem *maintenance*, peningkatan terbesar terjadi pada kriteria performansi dengan peningkatan sebesar 6.160%. Kriteria

availabilitas mengalami peningkatan terbesar kedua dengan peningkatan sebesar 2.502%. Sedangkan kriteria kualitas merupakan kriteria yang mengalami peningkatan terendah, yaitu sebesar 0.045%. Selain itu, implementasi terhadap usulan rencana perbaikan ini dapat menghemat biaya yang dikeluarkan sebesar Rp 22,140,074.49 per bulan dan OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) meningkat dari 60.88% menjadi 68.871%. Usulan perbaikan ini juga dapat meningkatkan nilai *leanness* perusahaan, dari 68.981 menjadi 73.115 atau mengalami peningkatan sebesar 6.005% serta peningkatan nilai TCC dari 0.589 menjadi 0.617 atau peningkatan sebesar 4.83%. Gambar 5.5 tersebut menunjukkan performansi dari masing-masing kriteria pada usulan perbaikan level strategis. R0 merupakan kondisi eksisting perusahaan, RS1 merupakan perbaikan terhadap sistem *reward & punishment* dan RS2 merupakan perbaikan sistem *maintenance*.

Perbaikan pada level strategis mampu memberikan peningkatan performansi pada kriteria performansi antara 6.160%-8.059%, peningkatan kriteria availabilitas antara 0.037%-2.502%%, peningkatan kriteria kualitas antara 0.028%-0.045%, peningkatan OEE antara 6.841%-7.203% serta mampu memberikan penghematan biaya per bulan antara Rp 29,090,634.78 hingga Rp 42,874,130.16. Sehingga dapat disimpulkan bahwa perbaikan pada level operasional mampu memberikan peningkatan signifikan pada kriteria performansi dan availabilitas.



Gambar 5.5 Grafik Performansi Usulan Perbaikan Level Strategis

Usulan yang diberikan, baik pada level operasional maupun level strategis hanya mampu meningkatkan nilai *leanness* antara 2.76% hingga 4.586%. Hal ini dikarenakan usulan perbaikan yang diberikan hanya difokuskan pada dimensi *lean* yang kritis dan tidak mampu mengakomodasi keseluruhan indikator dan dimensi yang digunakan. Sehingga peningkatan nilai *leanness* hanya terjadi pada dimensi efektifitas waktu, kualitas, proses, sumber daya manusia, pengiriman dan biaya. Sedangkan dua dimensi lainnya, yaitu pelanggan dan *inventory* tidak mengalami peningkatan nilai *leanness*. Namun, peningkatan tersebut masih mampu mencapai target nilai *leanness* yang diharapkan oleh perusahaan, yaitu sebesar 70. Tabel 5.14 berikut menunjukkan perbandingan nilai *leanness* dari masing-masing usulan perbaikan dan kondisi eksisting perusahaan yang kemudian diplot ke dalam *lean radar chart* sesuai Gambar 5.6.

Tabel 5.14 Perbandingan Nilai *Leanness*

Dimensi	Perbaikan				
	R0	RO2	RO3	RS1	RS2
Efektifitas Waktu	48.949	53.344	52.883	53.042	58.561
Kualitas	71.036	80.766	72.584	71.677	77.134
Proses	67.961	76.533	71.091	76.941	79.137
Sumber Daya Manusia	45.009	50.009	55.009	53.759	57.509
Pengiriman	59.792	61.125	59.792	59.792	59.792
Pelanggan	63.782	63.782	63.782	63.782	63.782
Biaya	82.400	82.632	82.631	82.633	82.635
<i>Inventory</i>	87.500	87.500	87.500	87.500	87.500
Nilai <i>Leanness</i>	68.981	71.817	70.910	71.245	73.115

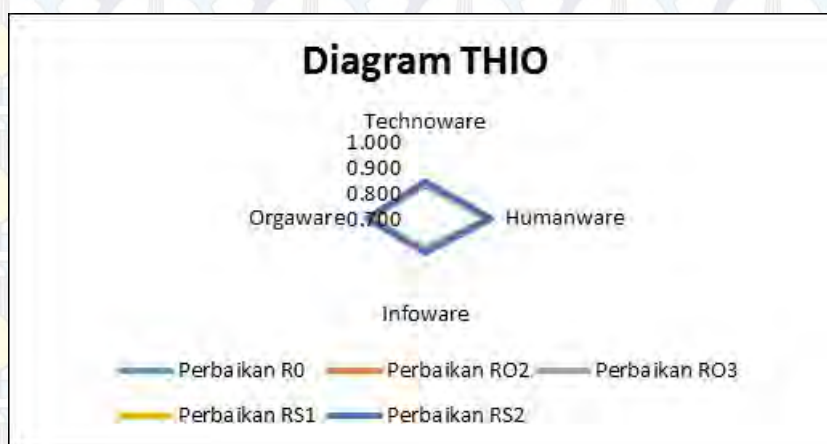


Gambar 5.6 Perbandingan *Lean Radar Chart*

Usulan perbaikan yang disusun mampu meningkatkan nilai TCC pada masing-masing komponen teknologi, baik dari *technoware*, *humanware*, *infoware* maupun *orgaware*. Peningkatan TCC paling tinggi terjadi pada komponen *infoware*. Hal ini dikarenakan usulan perbaikan yang disusun hanya berfokus pada perbaikan pada komponen teknologi yang kritis, yaitu komponen *infoware*. Namun, mampu meningkatkan nilai TCC dari komponen lain, meskipun tidak secara signifikan. Sehingga peningkatan nilai TCC secara keseluruhan juga tidak terjadi secara signifikan, yaitu berada pada rentang 2.81% hingga 6.005%.

Tabel 5.15 Perbandingan Nilai TCC

Komponen Teknologi	Perbaikan				
	R0	RO2	RO3	RS1	RS2
<i>Technoware</i>	0.835	0.838	0.836	0.839	0.842
<i>Humanware</i>	0.944	0.944	0.944	0.954	0.954
<i>Infoware</i>	0.817	0.829	0.826	0.826	0.832
<i>Orgaware</i>	0.915	0.923	0.918	0.924	0.924
Nilai TCC	0.589	0.605	0.598	0.611	0.617



Gambar 5.7 Perbandingan Diagram THIO

Tabel 5.15 tersebut menunjukkan perbandingan nilai TCC pada masing-masing komponen dan TCC secara total. Sedangkan Gambar 5.7 menunjukkan perbandingan nilai TCC yang diplot pada diagram THIO. Berdasarkan diagram THIO tersebut, terlihat peningkatan yang tidak signifikan pada masing-masing usulan perbaikan. Namun keseluruhan usulan perbaikan mampu memberikan peningkatan pada keseluruhan komponen teknologi yang digunakan perusahaan.

BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini dijelaskan tentang kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan dan saran untuk penelitian selanjutnya.

6.1 Kesimpulan

Berikut merupakan kesimpulan yang dapat diambil dari pelaksanaan penelitian:

1. Dimensi yang digunakan pada *lean assessment* meliputi efektifitas waktu, kualitas, proses, pengiriman, pelanggan, biaya, sumber daya manusia, dan *inventory*. Kedelapan dimensi tersebut dinilai secara kuantitatif dan/atau kualitatif. Dimensi *lean assessment* yang kritis adalah efektifitas waktu dan sumber daya manusia. Nilai *leanness* pada dimensi efektifitas waktu adalah 47.5172. Sedangkan nilai *leanness* pada dimensi sumber daya manusia berada pada rentang 44.507 hingga 45.510. Skala nilai *leanness* yang digunakan berada pada skala 0-100.
2. Komponen teknologi terdiri dari *technoware*, *humanware*, *infoware* dan *orgaware*. Komponen teknologi kritis (nilai *technology contribution coefficient* (TCC) terendah) berdasarkan hasil perhitungan adalah komponen *infoware* dengan nilai TCC sebesar 0.817 atau sebesar 81.7%.
3. Akar penyebab permasalahan di perusahaan meliputi tidak adanya sistem *reward & punishment* yang terpadu, upaya pemahaman *lean* oleh manajemen belum optimal, aktivitas *maintenance* tidak berjalan secara optimal, penjawalan *preventive maintenance* tidak berdasarkan *reliability* mesin, kedisiplinan operator mengisi *checklis* kondisi mesin kurang, kurangnya pemahaman operator terhadap performansi mesin, tidak dipertimbangkannya keseimbangan lini pada rantai produksi, terbatasnya fasilitas *handling*, tidak adanya peralatan untuk kontrol produksi, tidak adanya sistem informasi terintegrasi, dan kurangnya *trigger* tenaga kerja untuk meningkatkan *hardskill* yang dimiliki. Beberapa akar penyebab

permasalahan inilah yang perlu menjadi perhatian pihak manajemen perusahaan untuk melakukan perbaikan pada sistem yang digunakan.

4. Penyusunan rencana perbaikan dilakukan pada level strategis dan level operasional. Usulan rencana perbaikan pada level strategis meliputi perbaikan sistem *reward & punishment*, perbaikan sistem *maintenance*, pembuatan sistem informasi terintegrasi, dan perbaikan *layout* produksi. Sedangkan usulan rencana perbaikan pada level operasional meliputi penjadwalan *route* fasilitas *handling*, penyediaan papan kendali produksi, pembuatan standardisasi materi *briefing*, pembuatan skema pengawasan SOP, dan melakukan penjadwalan produksi secara detail dan sistematis. Usulan rencana perbaikan pada level operasional mampu memberikan peningkatan OEE antara 5.913%-7.908%, meningkatkan nilai *leanness* dari 68.981 menjadi 70.910-71.817 dan meningkatkan nilai TCC dari 0.589 menjadi 0.598-0.605, dan penghematan biaya per bulan antara Rp 16,537,570.98 hingga Rp 22,140,074.49. Sedangkan usulan rencana perbaikan pada level strategis mampu memberikan peningkatan OEE antara 6.841%-7.203%, meningkatkan nilai *leanness* dari 68.981 menjadi 71-245-73.115 dan meningkatkan nilai TCC dari 0.589 menjadi 0.611-0.617, dan penghematan biaya per bulan antara Rp 29,090,634.78 hingga Rp 42,874,130.16.

6.2 Saran

Berikut merupakan beberapa saran dan masukan yang dapat diberikan pada penelitian ini:

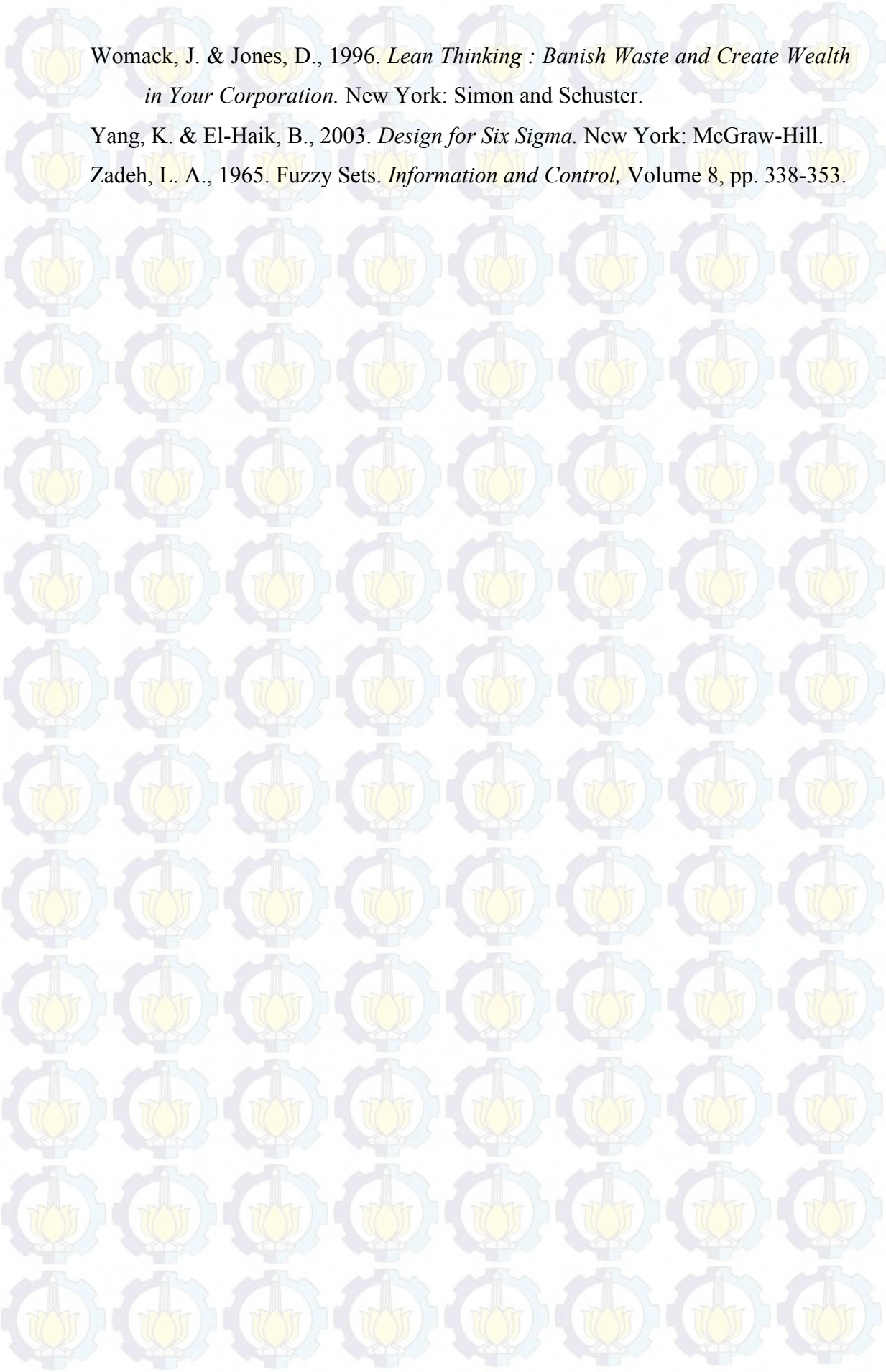
1. Penelitian yang sama pada periode selanjutnya dapat mempertimbangkan dimensi efektifitas waktu, biaya dan *inventory* pada penilaian *lean assessment* secara kualitatif.
2. Penelitian sebaiknya tidak hanya dilakukan pada level divisi, melainkan pada level perusahaan untuk dapat menghasilkan perbaikan yang berpengaruh secara signifikan.

REFERENSI

- Almomani, M. A. et al., 2014. A Proposed Integrated Model of Lean Assessment and Analytical Hierarchy Process for a Dynamic Road Map of Lean Implementation. *International Journal of Advance Manufacturing Technology*, Volume 72, pp. 161-172.
- Amano, A. S., 2014. *Application of Technology Assessment in Alumunium Box Production Unit Using Technometric and ANP Approach (Case Study: PT. X)*, Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Bechrozi, F. & Wong, K. Y., 2011. Lean Performance Evaluasion of Manufacturing Systems: A Dynamic and Innovative Approach. *Procedia Computer Science* 3, pp. 388-395.
- Dell'Ishola, A. J., 1966. Value Management in Construction. *Civil Engineering*.
- Doggett, M., 2005. Root Cause Analysis: A Framework for Tool Selection. *Quality Management Journal*, 12(4).
- Dolinsek, S. & Strukelj, P., 2012. Technology, Wealth, and Modern Management of Technology. *Managing Global Transition*, 10(1), pp. 29-49.
- Febriyani, D., 2010. *Analisis Produktivitas dan Aplikasi Lean Manufacturing pada Divisi Pengecoran (Workshop 1) PT. Barata Indonesia (Persero)*, Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Fitrie, A. F., 2013. *Penerapan Lean Manufacturing Divisi Produksi Pengecoran PT. Barata Indonesia (Persero)*, Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Groover, M. P., 2000. *Automation, Production Systems and Computer-Integrated Manufacturing*. 2nd ed. s.l.:Prentice Hall.
- Haefner, B., Kraemer, A., Stauss, T. & Lanza, G., 2014. Quality Value Stream Mapping. *Procedia CIRP*, Volume 17, p. 1.
- Hamad, W. A., Crowe, J. & Arisha, A., 2012. *Towards Leaner Healthcare Facility: Application of Simulation Modelling and Value Stream Mapping*. Vienna, Austria, International Workshop on Innovative Simulation for Healthcare (I-WISH), Vol. 19, 21.

- Hines, P. & Taylor, D., 2000. Going Lean. *Cardiff, UK : Lean Enterprise Research Center Cardiff Business School.*
- IW/MPI Census of Manufacturer, 2007. Measuring Continuous Improvement Programs.
- Jing, G., 2008. Digging for the Root Cause. *ASQ Six Sigma Forum Magazine*, Volume 7, pp. 19-24.
- Karlsson, C. & Ahlstrom, P., 1996. Assessing Change Towards Lean Production. *International Journal of Operations & Production Management*, 16(2), pp. 24-41.
- Khalil, T., 2000. *Management of Technology: The Key to Competitiveness Wealth.* Boston: McGraw Hill.
- Kjellstrom, E., 2000. *Management, Assessment and Control of Intellectual Capital.* Sweden: Department of Business Administration, Lund University.
- Martin, J. W., 2007. *Six Sigma for Supply Chain Management.* United States of America: The McGraw-Hill Companies.
- Montgomery, D. C., 2009. *Statistical Process Control.* 6th ed. Asia: John Wiley & Sons, Inc..
- National Research Council, 1987. *Management of Technology: The Hidden Competitive Advantage.* Washington: National Academy Press.
- Pakdil, F. & Leonard, K. M., 2014. Criteria for A Lean Organisation: Development of A Lean Assessment Tool. *International Journal of Production Research*, 52(15), pp. 4587-4607.
- Paranitharan, K. et al., 2015. Application of Value Stream Mapping in An Indian Brass Lamp Manufacturing Organisation. *International Journal of Applied Engineering Research*, 10(12), pp. 28203-28218.
- Ramakrishnan, S. & Testani, M., 2012. A Methodology to Assess an Organization's Lean Readiness for Change. *Industrial and Systems Engineering Research Conference.*
- Ramanathan, K., 1998. Industrial Technology Indicators. *Science and Technology Management Information System*, Volume 16.
- Rooney, J. J. & Heuvel, L. N. V., 2004. Root Cause Analysis for Beginners. *Quality Basics*, 37(7).

- Saaty, T. L., 1993. *Decision Making for Leader: The Analytical Hierarchy Process for Decision in Complex World*. Pinsburgh Lad: Prentice Hall Coy.
- Sahinidis, N. V., 2004. Optimization Under Uncertainty: State-of-the-Art and Opportunities. *Computers and Chemical Engineering*, Volume 28, pp. 971-983.
- Sharif, N. & Ramanathan, K., 1991. Measuring Contribution of Technology for Policy Analysis. *System Dynamics*, pp. 534-542.
- Simmermann, H. J., 1996. *Fuzzy Set and Its Applications*. 3rd ed. Boston: Kluwer Academic Press.
- Singh, B., Garg, S. K. & Sharma, S. K., 2010. Development of Index for Measuring Leanness: Study of an Indian Auto Component Industry. *Measuring Business Excellence*, 14(2), pp. 46-53.
- Sudaryanto, 2002. Sophisticated Tehnology and Strategy: Analisis Internal dalam Menyusun Integrated Strategic Planning pada Technological-Based Business. *Usahawan No. 09 Tahun XXXI*.
- Tangarajoo, Y. & Smith, A., 2015. Lean Thinking : An Overview. *Industrial Engineering and Management*, 4(159), p. 1.
- Tjakraatmadja, J., 1997. *Manajemen Teknologi*. Bandung: Studi Manajemen-Teknik Industri, ITS.
- United Nations, 1989. *Technology Atlas Project: A Framework for Technology-Based Development Technology Capability Assessment*. Bangalore: Asian and Pacific Centre for Transfer.
- Vienazindiene, M. & Ciarniene, R., 2013. Lean Manufacturing Implementation and Progress Measurement. *Economics and Management*, 18(2), p. 1.
- Watanabe, C., 2004. Technological Diversification as a Key Strategy for Firm's Sustainable Development under Mature Economy. *Tokyo Institute of Technology*.
- Wignjosoebroto, S., 2009. *Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan*. 3rd ed. Surabaya: Penerbit Gunawidya.
- Wilson, L., 2010. *How to Implement Lean Manufacturing*. USA: McGraw-Hill Companies, Inc..



Womack, J. & Jones, D., 1996. *Lean Thinking : Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. New York: Simon and Schuster.

Yang, K. & El-Haik, B., 2003. *Design for Six Sigma*. New York: McGraw-Hill.

Zadeh, L. A., 1965. Fuzzy Sets. *Information and Control*, Volume 8, pp. 338-353.

LAMPIRAN

Lampiran 1: Pengolahan Data *Lean Assessment*

Pengolahan Data *Value Stream Mapping*

1. Proses Pembuatan Model/Pola

Aspek		Nilai
<i>Travel Time</i>	T/T	45 menit
<i>Queue Time</i>	Q/T	121 menit
<i>Cycle Time</i>	C/T	735 menit
<i>Lead Time</i>	L/T	931 menit
<i>Non Value Added Time</i>	NVA	196 menit
<i>Personal Fatigue & Delay Time</i>	PFD	120 menit
<i>Change Overtime</i>	C/O	30 menit
<i>Process Time</i>	P/T	886 menit
<i>Emergency Repair</i>		33.12 menit
<i>Availability</i>	Av	0.841
<i>Shift</i>	Sh	2
<i>Available Time per Shift</i>	Hsh	8
<i>Planned Production Time</i>		960 menit
<i>Operating Time</i>		806.88 menit
<i>Performance</i>	Perf	0.911
<i>Quality</i>		1
<i>OEE</i>		0.766

2. Proses Pembuatan *Core*

Aspek		Nilai
<i>Travel Time</i>	T/T	135 menit
<i>Queue Time</i>	Q/T	63 menit
<i>Cycle Time</i>	C/T	151 menit
<i>Lead Time</i>	L/T	411 menit
<i>Non Value Added Time</i>	NVA	260 menit
<i>Personal Fatigue & Delay Time</i>	PFD	120 menit
<i>Change Overtime</i>	C/O	62 menit
<i>Process Time</i>	P/T	276 menit
<i>Emergency Repair</i>		33.12 menit
<i>Availability</i>	Av	0.901
<i>Shift</i>	Sh	2
<i>Available Time per Shift</i>	Hsh	8
<i>Planned Production Time</i>		960 menit
<i>Operating Time</i>		864.88 menit
<i>Performance</i>	Perf	0.698
<i>Quality</i>		1
<i>OEE</i>		0.629

3. Proses Pembuatan Cetakan

Aspek		Nilai
<i>Travel Time</i>	T/T	57 menit
<i>Queue Time</i>	Q/T	0 menit
<i>Cycle Time</i>	C/T	102 menit
<i>Lead Time</i>	L/T	202 menit
<i>Non Value Added Time</i>	NVA	100 menit
<i>Personal Fatigue & Delay Time</i>	PFD	120 menit
<i>Change Overtime</i>	C/O	43 menit
<i>Process Time</i>	P/T	145 menit
<i>Emergency Repair</i>		33.12 menit
<i>Availability</i>	Av	0.841
<i>Shift</i>	Sh	2
<i>Available Time per Shift</i>	Hsh	8
<i>Planned Production Time</i>		960 menit
<i>Operating Time</i>		806.88 menit
<i>Performance</i>	Perf	0.758
<i>Quality</i>		1.000
<i>OEE</i>		0.638

4. Proses Melting

Aspek		Nilai
<i>Travel Time</i>	T/T	65 menit
<i>Queue Time</i>	Q/T	53 menit
<i>Cycle Time</i>	C/T	213 menit
<i>Lead Time</i>	L/T	346 menit
<i>Non Value Added Time</i>	NVA	133 menit
<i>Personal Fatigue & Delay Time</i>	PFD	120 menit
<i>Change Overtime</i>	C/O	15 menit
<i>Process Time</i>	P/T	281 menit
<i>Emergency Repair</i>		33.12 menit
<i>Availability</i>	Av	0.841
<i>Shift</i>	Sh	2
<i>Available Time per Shift</i>	Hsh	8
<i>Planned Production Time</i>		960 menit
<i>Operating Time</i>		806.88 menit
<i>Performance</i>	Perf	0.792
<i>Quality</i>		1
<i>OEE</i>		0.666

5. Proses *Pouring*

Aspek		Nilai
<i>Travel Time</i>	T/T	10 menit
<i>Queue Time</i>	Q/T	302 menit
<i>Cycle Time</i>	C/T	20 menit
<i>Lead Time</i>	L/T	332 menit
<i>Non Value Added Time</i>	NVA	312 menit
<i>Personal Fatigue & Delay Time</i>	PFD	120 menit
<i>Change Overtime</i>	C/O	0 menit
<i>Process Time</i>	P/T	322 menit
<i>Emergency Repair</i>		33.12 menit
<i>Availability</i>	Av	0.841
<i>Shift</i>	Sh	2
<i>Available Time per Shift</i>	Hsh	8
<i>Planned Production Time</i>		960 menit
<i>Operating Time</i>		806.88 menit
<i>Performance</i>	Perf	0.744
<i>Quality</i>		0.967
<i>OEE</i>		0.604

6. Proses *Shake Out*

Aspek		Nilai
<i>Travel Time</i>	T/T	18 menit
<i>Queue Time</i>	Q/T	0 menit
<i>Cycle Time</i>	C/T	130 menit
<i>Lead Time</i>	L/T	168 menit
<i>Non Value Added Time</i>	NVA	38 menit
<i>Personal Fatigue & Delay Time</i>	PFD	180 menit
<i>Change Overtime</i>	C/O	20 menit
<i>Process Time</i>	P/T	150 menit
<i>Emergency Repair</i>		49.68 menit
<i>Availability</i>	Av	0.841
<i>Shift</i>	Sh	3
<i>Available Time per Shift</i>	Hsh	8
<i>Planned Production Time</i>		1440 menit
<i>Operating Time</i>		1210.32 menit
<i>Performance</i>	Perf	0.967
<i>Quality</i>		1
<i>OEE</i>		0.813

7. Proses Shoot Blast 1

Aspek		Nilai
<i>Travel Time</i>	T/T	15 menit
<i>Queue Time</i>	Q/T	45 menit
<i>Cycle Time</i>	C/T	65 menit
<i>Lead Time</i>	L/T	135 menit
<i>Non Value Added Time</i>	NVA	70 menit
<i>Personal Fatigue & Delay Time</i>	PFD	180 menit
<i>Change Overtime</i>	C/O	10 menit
<i>Process Time</i>	P/T	120 menit
<i>Emergency Repair</i>		49.68 menit
<i>Availability</i>	Av	0.8405
<i>Shift</i>	Sh	3
<i>Available Time per Shift</i>	Hsh	8
<i>Planned Production Time</i>		1440 menit
<i>Operating Time</i>		1210.32 menit
<i>Performance</i>	Perf	0.9667
<i>Quality</i>		1
<i>OEE</i>		0.8125

8. Proses Cut Off

Aspek		Nilai
<i>Travel Time</i>	T/T	8 menit
<i>Queue Time</i>	Q/T	28 menit
<i>Cycle Time</i>	C/T	96 menit
<i>Lead Time</i>	L/T	142 menit
<i>Non Value Added Time</i>	NVA	46 menit
<i>Personal Fatigue & Delay Time</i>	PFD	120 menit
<i>Change Overtime</i>	C/O	10 menit
<i>Process Time</i>	P/T	134 menit
<i>Emergency Repair</i>		33.12 menit
<i>Availability</i>	Av	0.841
<i>Shift</i>	Sh	2
<i>Available Time per Shift</i>	Hsh	8
<i>Planned Production Time</i>		960 menit
<i>Operating Time</i>		806.88 menit
<i>Performance</i>	Perf	0.952
<i>Quality</i>		1
<i>OEE</i>		0.800

9. Proses Gerinda

Aspek		Nilai
<i>Travel Time</i>	T/T	28 menit
<i>Queue Time</i>	Q/T	0 menit
<i>Cycle Time</i>	C/T	95 menit
<i>Lead Time</i>	L/T	135 menit
<i>Non Value Added Time</i>	NVA	40 menit
<i>Personal Fatigue & Delay Time</i>	PFD	180 menit
<i>Change Overtime</i>	C/O	12 menit
<i>Emergency Repair</i>		49.68 menit
<i>Process Time</i>	P/T	107 menit
<i>Availability</i>	Av	0.841
<i>Shift</i>	Sh	3
<i>Available Time per Shift</i>	Hsh	8
<i>Planned Production Time</i>		1440 menit
<i>Operating Time</i>		1210.32 menit
<i>Performance</i>	Perf	0.785
<i>Quality</i>		1
<i>OEE</i>		0.660

10. Proses Heat Treatment

Aspek		Nilai
<i>Travel Time</i>	T/T	13 menit
<i>Queue Time</i>	Q/T	0 menit
<i>Cycle Time</i>	C/T	745 menit
<i>Lead Time</i>	L/T	768 menit
<i>Non Value Added Time</i>	NVA	23 menit
<i>Personal Fatigue & Delay Time</i>	PFD	180 menit
<i>Change Overtime</i>	C/O	10 menit
<i>Process Time</i>	P/T	755 menit
<i>Emergency Repair</i>		49.68 menit
<i>Availability</i>	Av	0.841
<i>Shift</i>	Sh	3
<i>Available Time per Shift</i>	Hsh	8
<i>Planned Production Time</i>		1440 menit
<i>Operating Time</i>		1210.32 menit
<i>Performance</i>	Perf	0.616
<i>Quality</i>		1
<i>OEE</i>		0.517

11. Proses Shoot Blast 2

Aspek		Nilai
<i>Travel Time</i>	T/T	50 menit
<i>Queue Time</i>	Q/T	0 menit
<i>Cycle Time</i>	C/T	94 menit
<i>Lead Time</i>	L/T	154 menit
<i>Non Value Added Time</i>	NVA	60 menit
<i>Personal Fatigue & Delay Time</i>	PFD	180 menit
<i>Change Overtime</i>	C/O	10 menit
<i>Process Time</i>	P/T	104 menit
<i>Emergency Repair</i>		49.68 menit
<i>Availability</i>	Av	0.841
<i>Shift</i>	Sh	3
<i>Available Time per Shift</i>	Hsh	8
<i>Planned Production Time</i>		1440 menit
<i>Operating Time</i>		1210.32 menit
<i>Performance</i>	Perf	0.233
<i>Quality</i>		1
<i>OEE</i>		0.196

12. Proses Machining

Aspek		Nilai
<i>Travel Time</i>	T/T	25 menit
<i>Queue Time</i>	Q/T	20 menit
<i>Cycle Time</i>	C/T	720 menit
<i>Lead Time</i>	L/T	780 menit
<i>Non Value Added Time</i>	NVA	60 menit
<i>Personal Fatigue & Delay Time</i>	PFD	180 menit
<i>Change Overtime</i>	C/O	15 menit
<i>Process Time</i>	P/T	755 menit
<i>Emergency Repair</i>		49.68 menit
<i>Availability</i>	Av	0.841
<i>Shift</i>	Sh	3
<i>Available Time per Shift</i>	Hsh	8
<i>Planned Production Time</i>		1440 menit
<i>Operating Time</i>		1210.32 menit
<i>Performance</i>	Perf	0.595
<i>Quality</i>		1
<i>OEE</i>		0.500

13. Proses *Painting*

Aspek		Nilai
<i>Travel Time</i>	T/T	10 menit
<i>Queue Time</i>	Q/T	0 menit
<i>Cycle Time</i>	C/T	125 menit
<i>Lead Time</i>	L/T	145 menit
<i>Non Value Added Time</i>	NVA	20 menit
<i>Personal Fatigue & Delay Time</i>	PFD	120 menit
<i>Change Overtime</i>	C/O	10 menit
<i>Process Time</i>	P/T	135 menit
<i>Availability</i>	Av	0.841
<i>Shift</i>	Sh	2
<i>Available Time per Shift</i>	Hsh	8
<i>Planned Production Time</i>		960 menit
<i>Operating Time</i>		806.88 menit
<i>Performance</i>	Perf	0.930
<i>Quality</i>		1
<i>OEE</i>		0.781

14. Proses *Packaging*

Aspek		Nilai
<i>Travel Time</i>	T/T	0 menit
<i>Queue Time</i>	Q/T	900 menit
<i>Cycle Time</i>	C/T	360 menit
<i>Lead Time</i>	L/T	1310 menit
<i>Non Value Added Time</i>	NVA	950 menit
<i>Personal Fatigue & Delay Time</i>	PFD	180 menit
<i>Change Overtime</i>	C/O	50 menit
<i>Process Time</i>	P/T	1310 menit
<i>Availability</i>	Av	0.841
<i>Shift</i>	Sh	3
<i>Available Time per Shift</i>	Hsh	8
<i>Planned Production Time</i>		1440 menit
<i>Operating Time</i>		1210.32 menit
<i>Performance</i>	Perf	0.297
<i>Quality</i>		1
<i>OEE</i>		0.250

Sumber Batas Nilai Indikator *Quantitative Lean Assessment*

Kode	Indikator	Sumber Batas Nilai
Efektifitas Waktu		
T1	Rata-rata waktu <i>setup</i> per unit	Data Historis Perusahaan
T2	Rasio waktu <i>setup</i> dengan total waktu produksi	Data Historis Perusahaan
T3	Rata-rata <i>lead time</i> per unit	Data Historis Perusahaan
T4	Waktu siklus	Data Historis Perusahaan
T5	<i>Takt time</i>	Data Historis Perusahaan
T6	Rasio <i>takt time</i> dengan waktu siklus	Data Historis Perusahaan
T7	Rasio total <i>downtime</i> dengan total waktu permesinan	Key Performance Indicator (KPI) Perusahaan
T8	Rasio total waktu <i>emergency repair</i> dengan total waktu <i>maintenance</i>	Key Performance Indicator (KPI) Perusahaan
Kualitas		
Q1	<i>Defect rate</i>	Key Performance Indicator (KPI) Perusahaan
Q2	Rasio total biaya untuk produk cacat dengan total penjualan	Anggaran Biaya Tahunan Perusahaan
Q3	<i>Rework rate</i>	Key Performance Indicator (KPI) Perusahaan
Q4	Rasio total biaya untuk produk <i>rework</i> dengan total penjualan	Anggaran Biaya Tahunan Perusahaan
Q5	<i>Scrap rate</i>	Key Performance Indicator (KPI) Perusahaan
Q6	Rasio total biaya untuk <i>scrap</i> dengan total penjualan	Anggaran Biaya Tahunan Perusahaan
Q7	Rasio total biaya untuk <i>scrap</i> dengan total biaya produksi	Anggaran Biaya Tahunan Perusahaan
Q8	Laju kegagalan pada inspeksi akhir	Key Performance Indicator (KPI) Perusahaan
Q9	Rasio jumlah peralatan poka yoke dengan total produk <i>defect</i>	Expert Judgement
Q10	Persentase inspeksi yang dilakukan secara <i>autonomous</i>	Data Historis Perusahaan
Q11	Rasio jumlah inspektor dengan jumlah tenaga kerja	Data Historis Perusahaan
Proses		
P1	OEE	World Class Manufacturing
P2	Rasio luas area untuk perbaikan dengan luas keseluruhan area	Pakdil & Leonard (2014)
P3	Rasio kapasitas <i>idle</i> dengan total kapasitas	Pakdil & Leonard (2014)
P4	Produktivitas	Pakdil & Leonard (2014)
Biaya		
B1	Rasio total biaya transportasi per tahun dengan total penjualan	Anggaran Biaya Tahunan Perusahaan
B2	Rasio biaya <i>inventory</i> dengan total penjualan	Anggaran Biaya Tahunan Perusahaan

Kode	Indikator	Sumber Batas Nilai
B3	Rasio biaya garansi dengan total penjualan	Anggaran Biaya Tahunan Perusahaan
B4	Rasio total biaya untuk produk dengan kualitas rendah dengan total penjualan	Anggaran Biaya Tahunan Perusahaan
B5	Rasio total biaya dengan total penjualan	Anggaran Biaya Tahunan Perusahaan
B6	Rata-rata biaya per unit	Rencana Anggaran Biaya (RAB) Produksi
B7	Rasio total biaya untuk menghindari adanya produk <i>defect</i> dengan total biaya	Anggaran Biaya Tahunan Perusahaan
B8	Rasio total biaya untuk menghindari adanya produk <i>defect</i> dengan total penjualan	Anggaran Biaya Tahunan Perusahaan
B9	Rasio profit setelah pajak dan bunga dengan total penjualan	<i>Key Performance Indicator</i> (KPI) Perusahaan
Sumber Daya Manusia		
H1	<i>Labor Turnover Rate</i>	Pakdil & Leonard (2014)
H2	Laju absensi tenaga kerja	Data Historis Perusahaan
H3	Rasio jumlah manajer dengan total tenaga kerja	<i>Job Classification</i> Perusahaan
H4	Rasio jumlah saran dengan total tenaga kerja	Data Historis Perusahaan
H5	Rasio jumlah saran yang diimplementasikan dengan total saran	Pakdil & Leonard (2014)
H6	Rasio jumlah tenaga yang bekerja secara tim dengan jumlah tenaga kerja	<i>Job Classification</i> Perusahaan
H7	Rasio <i>job classification</i> dengan total tenaga kerja	Struktur Organisasi Perusahaan
H8	Jumlah hirarki level pada stuktur organisasi	Struktur Organisasi Perusahaan
H9	Rasio jumlah tenaga kerja langsung dengan total tenaga kerja tidak langsung	<i>Job Classification</i> Perusahaan
H10	Rasio jumlah tenaga kerja yang terlibat dalam <i>lean</i> dengan jumlah tenaga kerja	Pakdil & Leonard (2014)
H11	Rasio jumlah tim penyelesaian permasalahan dengan total tenaga kerja	<i>Job Classification</i> Perusahaan
H12	<i>Sales</i> per tenaga kerja	<i>Key Performance Indicator</i> (KPI) Perusahaan
Pengiriman		
D1	Rasio jumlah perpindahan <i>part</i> dengan total penjualan	Data Historis Perusahaan
D2	Rasio jarak perpindahan material dengan total penjualan	Data Historis Perusahaan
D3	Rata-rata waktu penyelesaian <i>order</i> dari penerimaan <i>order</i> dengan pengiriman	<i>Order Card</i>
D4	Rasio waktu proses dengan total <i>order</i>	<i>Order Card</i>
D5	Rasio <i>order</i> yang telat pengirimannya dengan jumlah pengiriman per tahun	<i>Key Performance Indicator</i> (KPI) Perusahaan
Pelanggan		
C1	<i>Customer Satisfaction Index</i> (CSI)	Pakdil & Leonard (2014)

Kode	Indikator	Sumber Batas Nilai
C2	Laju komplain dari pelanggan	<i>Expert Judgement</i>
C3	<i>Customer Retention Rate (CRR)</i>	Pakdil & Leonard (2014)
C4	Rasio jumlah produk yang dikembalikan oleh pelanggan dengan total pelanggan	Data Historis Perusahaan
Inventory		
I1	Rasio jumlah <i>supplier</i> dengan jumlah item di gudang	Data Historis Perusahaan
I2	<i>Inventory turn over rate</i>	Data Historis Perusahaan
I3	Rasio total <i>inventory</i> dengan total penjualan	Data Historis Perusahaan
I4	Rasio <i>inventory</i> untuk material dengan total <i>inventory</i>	Data Historis Perusahaan
I5	Rasio total WIP dengan total penjualan	Data Historis Perusahaan
I6	Rasio material dan WIP dengan aset saat ini	Data Historis Perusahaan
I7	Rasio <i>inventory</i> untuk <i>finished good</i> dengan total <i>inventory</i>	Data Historis Perusahaan
I8	Rasio <i>inventory</i> untuk <i>finished good</i> dengan aset saat ini	Data Historis Perusahaan

Lampiran 2: Root Cause Analysis Lean Assessment

Dimensi	Indikator	Why 1	Why 2	Why 3	Why 4	Why 5
Sumber Daya Manusia	Keterlibatan tenaga kerja dalam implementasi <i>lean</i>	Tenaga kerja kurang mendukung implementasi <i>lean</i>	Inisiatif tenaga kerja kurang	Kurangnya <i>trigger</i> tenaga kerja untuk berkembang	Tidak adanya sistem <i>reward & punishment</i> pada tenaga kerja langsung, khususnya PKWT	
			Kesadaran tenaga kerja akan pentingnya <i>lean</i> kurang	Pemahaman terhadap konsep <i>lean</i> kurang	Pembekalan konsep <i>lean</i> hanya difokuskan pada 5R	Upaya pemahaman <i>lean</i> oleh manajemen belum optimal
Efektifitas Waktu	<i>Lead time</i> produksi tinggi	Masih adanya aktivitas menunggu pada aktivitas produksi	Mesin produksi atau fasilitas <i>handling</i> tidak dapat beroperasi	Terjadi <i>downtime</i> pada mesin atau fasilitas <i>handling</i>	Aktivitas <i>maintenance</i> yang dilakukan kurang optimal	Aktivitas <i>maintenance</i> tidak berjalan sesuai dengan PM yang telah disusun
						Penjadwalan PM yang dilakukan tidak berdasarkan <i>reliability</i> mesin
					Pengawasan performansi mesin yang dilakukan oleh operator kurang optimal	Kedisiplinan operator mengisi <i>checklist</i> kondisi mesin kurang
						Kurangnya pemahaman operator terhadap performansi mesin

Dimensi	Indikator	Why 1	Why 2	Why 3	Why 4	Why 5
			Kurangnya availabilitas fasilitas <i>handling</i> di perusahaan	Fasilitas <i>handling</i> tidak <i>dedicated</i> pada satu proses	Terbatasnya jumlah fasilitas <i>handling</i> yang dimiliki perusahaan	
		Pengendalian produksi yang dilakukan kurang optimal	<i>Update</i> terhadap jalannya produksi tidak dilakukan secara berkala	Kurangnya koordinasi antara bagian produksi dengan bagian pengendalian produksi	Proses penyaluran informasi antar bagian masih dilakukan secara manual	Tidak adanya peralatan untuk mengontrol jalannya produksi
						Tidak tersedianya sistem informasi terintegrasi pada perusahaan

Lampiran 3: Root Cause Analysis Technology Assessment

Komponen Teknologi	Elemen Komponen	Why 1	Why 2	Why 3	Why 4	Why 5
Infoware	Infoware Pengembangan Orgaware	Ketersediaan <i>software</i> untuk mendukung aktivitas bisnis terbatas	Kurangnya prioritas manajemen untuk mengembangkan <i>software</i> yang digunakan	Belum adanya alokasi biaya untuk membeli <i>software</i> berlisensi	Mahalnya biaya pembelian <i>software</i> berlisensi	
				Kesiapan tenaga kerja untuk menggunakan <i>software</i> asing dan baru kurang	Kurangnya keahlian tenaga kerja untuk mengoperasikan <i>software</i> asing dan baru	Tidak adanya program pelatihan penggunaan <i>software</i> baru yang diselenggarakan perusahaan
		Ketersediaan informasi di perusahaan kurang <i>update</i>	Penyebaran informasi dalam lingkup perusahaan lama	Alur penyebaran informasi panjang	Penyebaran informasi maupun data dilakukan secara manual	Tidak adanya sistem informasi terintegrasi di perusahaan

Halaman ini sengaja dikosongkan

Lampiran 4: Kuisioner *Qualitative Lean Assessment*

KUISIONER QUALITATIVE *LEAN ASSESSMENT*



Penyebaran kuisioner ini dimaksudkan untuk mengevaluasi *lean* di Divisi *Faundry* PT. Barata Indonesia (Persero) secara kualitatif (*Qualitative Lean Assessment*). Kuisioner ini murni digunakan sebagai pendukung penelitian yang dilakukan oleh penulis yang berjudul “Peningkatan Performansi melalui Implementasi *Lean Technology Assessment*”. Oleh karena itu, kesediaan Anda untuk mengisi kuisioner ini sesuai dengan kondisi nyata sangat diharapkan. Atas perhatian dan kesediaannya, saya ucapkan terima kasih.

PETUNJUK PENGISIAN

1. Berilah nilai pada masing-masing indikator *qualitative lean assessment* sesuai dengan kondisi nyata Divisi *Faundry* PT. Barata Indonesia (Persero) dengan cara melingkari nilai yang telah disediakan
2. Skala penilaian yang digunakan:
Skala 1: Belum direncanakan untuk diimplementasikan
Skala 2: Sudah direncanakan tapi belum diimplementasikan
Skala 3: Sudah diimplementasikan
Skala 4: Diimplementasikan dengan cukup baik
Skala 5: Diimplementasikan dengan sangat baik

3. Contoh pengisian:

NO	INDIKATOR PENILAIAN	SKALA PENILAIAN				
		KUALITAS				
1	Tenaga kerja mengidentifikasi adanya produk cacat dan menghentikan proses kerja	1	2	3	4	5

Keterangan: Nilai 4 berarti perusahaan telah mengimplementasikan indikator penilaian dengan cukup baik

Nama :

Jabatan :

NO	INDIKATOR PENILAIAN	SKALA PENILAIAN				
KUALITAS						
1	Tenaga kerja mengidentifikasi adanya produk cacat dan menghentikan proses kerja	1	2	3	4	5
2	Tenaga kerja mengidentifikasi adanya produk cacat namun tidak menghentikan proses kerja	1	2	3	4	5
3	Produk cacat dikembalikan kepada tenaga kerja yang bertanggung jawab terhadap cacat dan memperbaikinya	1	2	3	4	5
4	Kontrol terhadap proses produksi dilakukan ketika proses tersebut sedang berjalan	1	2	3	4	5
5	Kontrol terhadap proses produksi dilakukan setelah proses selesai dikerjakan untuk masing-masing proses produksi	1	2	3	4	5
6	Kontrol terhadap proses produksi dilakukan setelah proses selesai dikerjakan secara keseluruhan	1	2	3	4	5
7	Manajemen berfokus pada proses diberlakukan pada keseluruhan aspek perusahaan	1	2	3	4	5
8	Perusahaan menyediakan informasi berkelanjutan pada area tertentu (bersifat <i>update</i>)	1	2	3	4	5
9	Perusahaan menyediakan informasi tertulis dan tidak tertulis (misal melalui <i>briefing</i> atau rapat)secara rutin	1	2	3	4	5
10	Perusahaan menyediakan informasi tertulis secara rutin	1	2	3	4	5
11	Adanya komitmen terhadap budaya untuk terus meminimasi <i>waste</i>	1	2	3	4	5
PELANGGAN						
1	Perusahaan melibatkan pelanggan secara langsung dalam penawaran produk, baik saat ini maupun yang akan datang	1	2	3	4	5
2	Perusahaan sering melakukan <i>follow up</i> (respon) pelanggan terkait dengan <i>feedback</i> dari kualitas atau pelayanan	1	2	3	4	5
PROSES						
1	Perusahaan menggunakan kanban (kartu) atau alat sejenis untuk melakukan kontrol produksi	1	2	3	4	5

NO	INDIKATOR PENILAIAN	SKALA PENILAIAN				
2	Perusahaan mengelompokkan peralatan yang digunakan untuk menghasilkan <i>continuous flow</i> dari produk	1	2	3	4	5
3	Perusahaan menempelkan catatan pemeliharaan peralatan di lantai produksi dan berkomunikasi secara aktif dengan tenaga kerja langsung tentang pemeliharaan peralatan	1	2	3	4	5
4	Perusahaan menggunakan teknik <i>seven tools of quality</i> untuk mereduksi variansi proses	1	2	3	4	5
5	Perusahaan mengimplementasikan <i>Total Productive Maintenance</i>	1	2	3	4	5
6	Perusahaan mengintegrasikan 5S/5R dengan sistem manajemen	1	2	3	4	5
7	Perusahaan menggunakan <i>value stream mapping</i> pada sistem kerjanya	1	2	3	4	5
8	Perusahaan mengintegrasikan penyelesaian permasalahan berdasar akar penyebab permasalahan dengan sistem manajemen	1	2	3	4	5
9	<i>Layout</i> produksi yang digunakan oleh perusahaan berbasis pada produk	1	2	3	4	5
10	Perusahaan mengimplementasikan desain eksperimen (misal metode Taguchi) untuk melakukan perbaikan secara terus-menerus	1	2	3	4	5
11	Perusahaan menyusun dan mempublikasikan SOP, serta siap tersedia di keseluruhan area	1	2	3	4	5
12	Perusahaan memiliki standardisasi pada aktivitas non-manufaktur	1	2	3	4	5
13	Perusahaan menerapkan program sekali <i>setup</i> untuk keseluruhan proses produksi	1	2	3	4	5
14	Perusahaan menerapkan sistem produksi tunggal, bukan dalam <i>batch</i>	1	2	3	4	5
SUMBER DAYA MANSIA						
1	Perusahaan mendorong tenaga kerja untuk aktif memberikan pendapat/usulan	1	2	3	4	5
2	Tenaga kerja memimpin (menginisiasi) upaya perbaikan produk atau proses	1	2	3	4	5
3	Tenaga kerja menjalani pelatihan lintas fungsi atau lintas departemen	1	2	3	4	5
4	Pemimpin dalam satu tim dirotasi (digilir) antar anggota tim	1	2	3	4	5
5	Hubungan antara perbaikan berkelanjutan dan kompensasi terlihat dengan jelas	1	2	3	4	5
6	Operator dan supervisor dilatih lintas fungsi dan siap dialihkan pada pekerjaan yang berbeda	1	2	3	4	5
7	Pemimpin mengisi waktu kerjanya dengan melakukan <i>training</i> pada tenaga kerja, memonitor proses dan melakukan perbaikan pada proses tersebut	1	2	3	4	5
8	Pemimpin bertanggung jawab terhadap pemenuhan <i>value added</i> (nilai tambah) pada produk	1	2	3	4	5

NO	INDIKATOR PENILAIAN	SKALA PENILAIAN				
PENGIRIMAN						
1	Produksi ditarik oleh pengiriman barang jadi	1	2	3	4	5
2	Produksi pada stasiun produksi ditarik oleh permintaan saat ini dari stasiun berikutnya	1	2	3	4	5
3	Perusahaan menyadari bahwa kualitas merupakan kriteria utama dalam pemilihan <i>supplier</i>	1	2	3	4	5
4	Perusahaan berusaha untuk membangun hubungan jangka panjang dengan <i>supplier</i>	1	2	3	4	5
5	Perusahaan secara berkala menyelesaikan permasalahan bersama dengan <i>supplier</i>	1	2	3	4	5
6	Perusahaan membantu <i>supplier</i> untuk meningkatkan kualitas produk mereka	1	2	3	4	5
7	Perusahaan memiliki program perbaikan berkelanjutan yang melibatkan <i>supplier</i> utama	1	2	3	4	5
8	Perusahaan melibatkan <i>supplier</i> utama pada aktivitas perencanaan dan penentuan tujuan	1	2	3	4	5
9	Perusahaan menganggap <i>supplier</i> sebagai <i>partner</i> perusahaan	1	2	3	4	5
10	Perusahaan melibatkan <i>supplier</i> secara langsung pada proses pengembangan produk baru	1	2	3	4	5
11	Perusahaan memiliki program sertifikasi <i>supplier</i> secara formal	1	2	3	4	5
12	<i>Supplier</i> utama mengirimkan <i>order</i> ke <i>plant</i> produksi dengan sistem <i>just in time</i>	1	2	3	4	5
13	Perusahaan memberikan <i>feedback</i> kepada <i>supplier</i> terkait dengan kualitas dan performansi pengiriman	1	2	3	4	5
14	Perusahaan dan <i>partner</i> dagang bertukar informasi yang membantu pengembangan perencanaan bisnis	1	2	3	4	5
15	Perusahaan selalu terdepan dan pertama dalam mengenalkan produk baru	1	2	3	4	5

Gresik, November 2015

()

Halaman ini sengaja dikosongkan

Lampiran 5: Kuisisioner *Technology Assessment*

KUISISIONER *TECHNOLOGY ASSESSMENT*



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember




Industrial Engineering
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Penyebaran kuisisioner ini dimaksudkan untuk mengevaluasi kontribusi teknologi pada sistem produksi di Divisi *Faundry* PT. Barata Indonesia (Persero). Kuisisioner ini murni digunakan sebagai pendukung penelitian yang dilakukan oleh penulis yang berjudul “Peningkatan Performansi melalui Implementasi *Lean & Technology Assessment*”. Oleh karena itu, kesediaan Anda untuk mengisi kuisisioner ini sesuai dengan kondisi nyata sangat diharapkan. Atas perhatian dan kesediaannya, saya ucapkan terima kasih.

PETUNJUK PENGISIAN

1. Berilah nilai pada masing-masing indikator elemen komponen teknologi sesuai dengan kondisi nyata Divisi *Faundry* PT. Barata Indonesia (Persero)
2. Skala nilai yang digunakan adalah 1-10
3. Nilai 1 menunjukkan nilai terendah dari kontribusi indikator elemen teknologi pada sistem produksi di Divisi *Faundry*
4. Nilai 10 menunjukkan nilai tertinggi dari kontribusi indikator elemen teknologi pada sistem produksi di Divisi *Faundry*
5. Keterangan:
 - a. **Komponen *Technoware***, merupakan komponen teknologi yang diwujudkan dalam bentuk objek atau infrastruktur fisik yang digunakan untuk proses transformasi (material menjadi produk jadi).
 - b. **Komponen *Humanware***, merupakan komponen teknologi yang diwujudkan dalam bentuk manusia atau kemampuan sumberdaya manusia untuk memberdayakan teknologi dan sumber daya yang tersedia

- 
- c. **Komponen *Infoware***, merupakan komponen teknologi yang diwujudkan dalam bentuk dokumen, teori, fakta, teknik, bahkan metode yang berhubungan dengan informasi dalam bentuk dokumen
- d. **Komponen *Orgaware***, merupakan komponen teknologi yang diwujudkan dalam bentuk institusi, mengakomodasi fasilitas infrastruktur fisik, kemampuan sumber daya manusia, dan fakta-fakta yang meliputi praktek manajemen, interdependensi, dan regulasi organisasi yang digunakan untuk mencapai tujuan yang dicanangkan

Nama :

Jabatan :

1. Komponen *Technoware*

Elemen Komponen	Indikator	Skor
Proses Pembuatan Model/Pola		
Subsistem Transformasi Material	<i>Output Rate</i>	
	Efisiensi Utilitas Material	
	Spesifikasi Mesin dan Peralatan Pendukung	
	<i>Sistem Material Handling</i>	
	Peralatan dan Perlengkapan Pengontrolan Kualitas	
	Beban Kerja Aktivitas	
Subsistem Transformasi Informasi	<i>Sensing-Analysis-Actuation</i>	
Proses Pembuatan Core		
Subsistem Transformasi Material	<i>Output Rate</i>	
	Efisiensi Utilitas Material	
	Spesifikasi Mesin dan Peralatan Pendukung	
	<i>Sistem Material Handling</i>	
	Peralatan dan Perlengkapan Pengontrolan Kualitas	
	Beban Kerja Aktivitas	
Subsistem Transformasi Informasi	<i>Sensing-Analysis-Actuation</i>	
Proses Moulding		
Subsistem Transformasi Material	<i>Output Rate</i>	
	Efisiensi Utilitas Material	
	Spesifikasi Mesin dan Peralatan Pendukung	
	<i>Sistem Material Handling</i>	
	Peralatan dan Perlengkapan Pengontrolan Kualitas	
	Beban Kerja Aktivitas	
Subsistem Transformasi Informasi	<i>Sensing-Analysis-Actuation</i>	
Proses Melting		
Subsistem Transformasi material	<i>Output Rate</i>	
	Efisiensi Utilitas Material	
	Spesifikasi Mesin dan Peralatan Pendukung	
	<i>Sistem Material Handling</i>	
	Peralatan dan Perlengkapan Pengontrolan Kualitas	
	Beban Kerja Aktivitas	

Elemen Komponen	Indikator	Skor
Subsistem Transformasi Informasi	<i>Sensing-Analysis-Actuation</i>	
Proses Shake Out		
Subsistem Transformasi material	<i>Output Rate</i>	
	Efisiensi Utilitas Material	
	Spesifikasi Mesin dan Peralatan Pendukung	
	Sistem <i>Material Handling</i>	
	Peralatan dan Perlengkapan Pengontrolan Kualitas	
	Beban Kerja Aktivitas	
Subsistem Transformasi Informasi	<i>Sensing-Analysis-Actuation</i>	
Proses Shoot Blast 1		
Subsistem Transformasi material	<i>Output Rate</i>	
	Efisiensi Utilitas Material	
	Spesifikasi Mesin dan Peralatan Pendukung	
	Sistem <i>Material Handling</i>	
	Peralatan dan Perlengkapan Pengontrolan Kualitas	
	Beban Kerja Aktivitas	
Subsistem Transformasi Informasi	<i>Sensing-Analysis-Actuation</i>	
Proses Pemotongan		
Subsistem Transformasi material	<i>Output Rate</i>	
	Efisiensi Utilitas Material	
	Spesifikasi Mesin dan Peralatan Pendukung	
	Sistem <i>Material Handling</i>	
	Peralatan dan Perlengkapan Pengontrolan Kualitas	
	Beban Kerja Aktivitas	
Subsistem Transformasi Informasi	<i>Sensing-Analysis-Actuation</i>	
Proses Gerinda		
Subsistem Transformasi material	<i>Output Rate</i>	
	Efisiensi Utilitas Material	
	Spesifikasi Mesin dan Peralatan Pendukung	
	Sistem <i>Material Handling</i>	
	Peralatan dan Perlengkapan Pengontrolan Kualitas	
	Beban Kerja Aktivitas	
Subsistem Transformasi Informasi	<i>Sensing-Analysis-Actuation</i>	

Elemen Komponen	Indikator	Skor
Proses Heat Treatment		
Subsistem Transformasi material	<i>Output Rate</i>	
	Efisiensi Utilitas Material	
	Spesifikasi Mesin dan Peralatan Pendukung	
	Sistem <i>Material Handling</i>	
	Peralatan dan Perlengkapan Pengontrolan Kualitas	
	Beban Kerja Aktivitas	
Subsistem Transformasi Informasi	<i>Sensing-Analysis-Actuation</i>	
Proses Shoot Blast 2		
Subsistem Transformasi material	<i>Output Rate</i>	
	Efisiensi Utilitas Material	
	Spesifikasi Mesin dan Peralatan Pendukung	
	Sistem <i>Material Handling</i>	
	Peralatan dan Perlengkapan Pengontrolan Kualitas	
	Beban Kerja Aktivitas	
Subsistem Transformasi Informasi	<i>Sensing-Analysis-Actuation</i>	
Proses Machining (Assembly)		
Subsistem Transformasi material	<i>Output Rate</i>	
	Efisiensi Utilitas Material	
	Spesifikasi Mesin dan Peralatan Pendukung	
	Sistem <i>Material Handling</i>	
	Peralatan dan Perlengkapan Pengontrolan Kualitas	
	Beban Kerja Aktivitas	
Subsistem Transformasi Informasi	<i>Sensing-Analysis-Actuation</i>	
Proses Painting		
Subsistem Transformasi material	<i>Output Rate</i>	
	Efisiensi Utilitas Material	
	Spesifikasi Mesin dan Peralatan Pendukung	
	Sistem <i>Material Handling</i>	
	Peralatan dan Perlengkapan Pengontrolan Kualitas	
	Beban Kerja Aktivitas	
Subsistem Transformasi Informasi	<i>Sensing-Analysis-Actuation</i>	
Proses Packaging		
	<i>Output Rate</i>	
	Efisiensi Utilitas Material	

Elemen Komponen	Indikator	Skor
Subsistem Transformasi material	Spesifikasi Mesin dan Peralatan Pendukung	
	Sistem <i>Material Handling</i>	
	Peralatan dan Perlengkapan Pengontrolan Kualitas	
	Beban Kerja Aktivitas	
Subsistem Transformasi Informasi	<i>Sensing-Analysis-Actuation</i>	

2. Komponen *Humanware*

Elemen Komponen	Sub Elemen Komponen	Indikator	Skor
Tenaga Kerja Pendukung	Manajer <i>Plant</i>	Kualifikasi	
		Ruang Lingkup Pekerjaan	
		Budaya Kerja	
		Pengalaman Kerja	
		Perencanaan Bisnis	
	Manajer/Kepala Departemen	Kualifikasi	
		Ruang Lingkup Pekerjaan	
		Budaya Kerja	
		Pengalaman Kerja	
	Supervisor	Kualifikasi	
		Budaya Kerja	
		Pengalaman Kerja	
Tenaga Kerja Langsung	Karyawan	Kualifikasi	
		Ruang Lingkup Kerja	
		Budaya Kerja	
	Operator	Kualifikasi	
		Keahlian	
		Ruang Lingkup Kerja	
		Budaya Kerja	

3. Komponen *Infoware*

Elemen Komponen		Indikator	Skor
Infoware yang Berhubungan dengan Technoware	Infoware Atribut Technoware	Informasi Spesifikasi Mesin	
		Informasi Spesifikasi <i>Spare Part</i>	
		Informasi Spesifikasi <i>Raw Material</i>	
		Informasi Spesifikasi Peralatan Pendukung	
		Informasi Letak Peralatan Pendukung	
		Informasi Mekanisme Kontrol dan Pengawasan	
	Infoware Pengoperasian Technoware	Informasi Prosedur Operasi Standar (SOP) untuk Mesin	
		Adanya Software untuk Subsistem Informasi	

Elemen Komponen		Indikator	Skor
	<i>Infoware Perawatan Technoware</i>	Informasi Prosedur Pemakaian Peralatan Pendukung	
		Ketersediaan dari Manual <i>Maintenance</i>	
		Ketersediaan dari <i>Trouble Shooting Checklist</i>	
		Ketersediaan dari Jadwal <i>Maintenance</i>	
		Ketersediaan Gambar dan diagram untuk <i>Troubleshooting</i>	
		Ketersediaan <i>Software</i> yang dijalankan oleh Seluruh Pekerja	
		Ketersediaan <i>Software</i> yang dijalankan oleh Seluruh Operator	
		Ketersediaan <i>Software</i> yang Berkaitan dengan <i>Maintenance</i>	
	<i>Infoware Perbaikan Performansi Technoware</i>	Ketersediaan Pengetahuan yang Cukup pada Pengembangan Pengoperasian <i>Technoware</i>	
		Ketersediaan Pengetahuan yang Cukup pada Pengembangan Utilitas Material	
		Ketersediaan Pengetahuan yang Cukup pada Pengembangan Kualitas	
	<i>Infoware Desain Technoware</i>	Ketersediaan Perhitungan Desain <i>Technoware</i> dan Spesifikasinya	
		Ketersediaan <i>Software</i> Desain Produk	
		Ketersediaan Gambar Mesin	
<i>Infoware yang Berhubungan dengan Humanware</i>	<i>Infoware sebagai Fondasi Humanware</i>	Pengetahuan Alternatif Prosedur Pengeoperasian <i>Technoware</i>	
		Pengetahuan tentang Proses-Proses yang Ada	
		Pengetahuan tentang Konsep Desain dimana Proses Ditempatkan Sebagai Alternatif Proses	
		Pengetahuan Standar Pemeriksaan Kualitas	
	<i>Infoware Pendukung Humanware</i>	Informasi <i>Job Description</i> Tiap Bagian/Jabatan	
		Informasi Anggota Tim/ <i>Shift</i> Kerja	
		Informasi Jadwal Kerja	
		Informasi Kelengkapan Personil pada Saat Kerja	
		Informasi Jalur Tanggung Jawab Dalam Kerja	
		Ketersediaan Standar Lingkungan	
		Ketersediaan Data <i>Engineering</i> dan Fungsinya	
		Ketersediaan Standar Desain	
		Informasi Target Produksi	

Elemen Komponen		Indikator	Skor
Infoware yang Berhubungan dengan Orgaware	Infoware Pendukung Orgaware	Ketersediaan Informasi Jadwal Induk Produksi	
		Ketersediaan Informasi <i>Material Requirement Planning</i>	
		Ketersediaan Informasi Penjawalan Pemesanan	
		Ketersediaan Informasi di Perusahaan	
	Infoware Pengembangan Orgaware	Ketersediaan <i>Software</i> untuk Penjadwalan	
		Ketersediaan <i>Software</i> untuk Kontrol Persediaan	
		Ketersediaan <i>Software</i> untuk Kontrol Kualitas	
		Ketersediaan <i>Software</i> untuk Analisis Biaya	
		Ketersediaan <i>Software</i> Simulasi Proses Perusahaan	
		Ketersediaan <i>Software</i> untuk Kontrol Keakuratan Data	
		Ketersediaan <i>Software</i> untuk Analisis Informasi	

4. Komponen Orgaware

Elemen Komponen	Indikator	Skor
Orgaware berhubungan dengan Organisasi Kerja	Utilisasi Kapasitas	
	Perencanaan dan Pengendalian <i>Inventory</i>	
	Perencanaan dan Pengendalian Produksi	
	<i>Maintenance</i>	
Orgaware berhubungan dengan Fasilitas Kerja	Pengembangan <i>Skill</i> atau Keahlian	
	Penyebaran Informasi	
	Skema Insentif	
	Peralatan Kesehatan dan Keselamatan Kerja	
Orgaware berhubungan dengan Evaluasi Kerja	Mekanisme Penjaminan Kualitas	
	Mekanisme Pengontrolan Biaya	
Orgaware berhubungan dengan Modifikasi Kerja	Mekanisme Pengembangan Kerja	
	Mekanisme Modifikasi Komponen & Pengembangan Teknologi	
	Pengembangan Rutinitas Operasional	

Gresik, November 2015

()

Lampiran 6: Kuisisioner Pembobotan *Technology Assessment*

KUISISIONER PEMBOBOTAN ELEMEN KOMPONEN TEKNOLOGI



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember



Penyebaran kuisisioner ini dimaksudkan untuk membobotkan masing-masing elemen dari komponen yang digunakan untuk mengetahui tingkat kepentingan dari masing-masing elemen komponen teknologi terhadap kontribusi dari komponen teknologi pada sistem produksi di Divisi *Faundry* PT. Barata Indonesia (Persero). Kuisisioner ini murni digunakan sebagai pendukung penelitian yang dilakukan oleh penulis yang berjudul “Peningkatan Performansi melalui Implementasi *Lean & Technology Assessment*”. Oleh karena itu, kesediaan Anda untuk mengisi kuisisioner ini sesuai dengan kondisi nyata sangat diharapkan. Atas perhatian dan kesediaannya, saya ucapkan terima kasih.

PETUNJUK PENGISIAN

1. Berilah nilai pada masing-masing indikator elemen komponen teknologi sesuai dengan kondisi nyata Divisi *Faundry* PT. Barata Indonesia (Persero)
2. Nilai didasarkan pada preferensi penggunaan indikator elemen komponen teknologi pada Divisi *Faundry* PT. Barata Indonesia
3. Keterangan:
 - e. **Komponen *Technoware***, merupakan komponen teknologi yang diwujudkan dalam bentuk objek atau infrastruktur fisik yang digunakan untuk proses transformasi (material menjadi produk jadi).

- f. **Komponen *Humanware***, merupakan komponen teknologi yang diwujudkan dalam bentuk manusia atau kemampuan sumberdaya manusia untuk memberdayakan teknologi dan sumber daya yang tersedia
- g. **Komponen *Infoware***, merupakan komponen teknologi yang diwujudkan dalam bentuk dokumen, teori, fakta, teknik, bahkan metode yang berhubungan dengan informasi dalam bentuk dokumen
- h. **Komponen *Orgaware***, merupakan komponen teknologi yang diwujudkan dalam bentuk institusi, mengakomodasi fasilitas infrastruktur fisik, kemampuan sumber daya manusia, dan fakta-fakta yang meliputi praktek manajemen, interdependensi, dan regulasi organisasi yang digunakan untuk mencapai tujuan yang dicanangkan

4. Pedoman pembobotan

Intensitas kepentingan	Keterangan	Penjelasan
1	Kedua elemen sama pentingnya	Dua elemen mempunyai pengaruh yang sama besar terhadap tujuan
3	Elemen yang satu sedikit lebih penting daripada elemen yang lainnya	Pengalaman dan penilaian sedikit menyokong satu elemen dibandingkan elemen lainnya.
5	Elemen yang satu lebih penting daripada elemen yang lainnya	Pengalaman dan penilaian sangat kuat menyokong satu elemen dibandingkan elemen lainnya.
7	Satu elemen jelas lebih mutlak penting daripada elemen yang lain	Satu elemen yang kuat disokong dan dominan terlihat dalam praktek
9	Satu elemen mutlak penting daripada elemen yang lainnya	Bukti yang mendukung elemen yang satu terhadap yang lain memiliki tingkat penegasan tertinggi yang mungkin menguatkan.
2,4,6,8	Nilai-nilai diantara dua nilai pertimbangan yang berdekatan	Nilai ini diberikan bila ada dua kompromi di antara dua pilihan
Kebalikan	Jika untuk aktivitas I mendapat satu angka di banding dengan aktivitas j, maka j mempunyai nilai kebalikannya dibandingkan dengan i.	

Nama :

Jabatan :

1. Pembobotan Komponen Teknologi

Kriteria																			
Technoware	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Humanware	
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Infoware	
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Orgaware	
Humanware	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Infoware	
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Orgaware	
Infoware	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Orgaware	

2. Pembobotan Komponen *Technoware*

KRITERIA																			
Pembuatan Desain/Pola	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses Pembuatan Core	
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses Moulding	
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses Melting	
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses Shake out	
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses Shoot blast 1	
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses Pemotongan	
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses Gerinda	
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses Heat treatment	
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses Shoot blast 2	

KRITERIA																		
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses Machining
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses Painting
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses Packaging
Proses Pembuatan Core	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses Moulding
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses Melting
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses Shake out
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses Shoot blast 1
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses Pemotongan
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses Gerinda
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses Heat treatment
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses Shoot blast 2
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses Machining
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses Painting
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses Packaging
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses Melting
Proses Moulding	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses Shake out
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses Shoot blast 1
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses Pemotongan
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses Gerinda
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses Heat treatment
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses Shoot blast 2
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses Machining
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses Painting
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses Packaging
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses Melting

KRITERIA																		
Proses Melting	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses <i>Shake out</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses <i>Shoot blast 1</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses <i>Pemotongan</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses <i>Gerinda</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses <i>Heat treatment</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses <i>Shoot blast 2</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses <i>Machining</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses <i>Painting</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses <i>Packaging</i>
Proses <i>Shake out</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses <i>Shoot blast 1</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses <i>Pemotongan</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses <i>Gerinda</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses <i>Heat treatment</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses <i>Shoot blast 2</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses <i>Machining</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses <i>Painting</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses <i>Packaging</i>
Proses <i>Shoot blast 1</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses <i>Pemotongan</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses <i>Gerinda</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses <i>Heat treatment</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses <i>Shoot blast 2</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses <i>Machining</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses <i>Painting</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses <i>Packaging</i>

KRITERIA																		
Proses Pemotongan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses Gerinda
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses <i>Heat treatment</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses <i>Shoot blast 2</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses <i>Machining</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses <i>Painting</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses <i>Packaging</i>
Proses Gerinda	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses <i>Heat treatment</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses <i>Shoot blast 2</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses <i>Machining</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses <i>Painting</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses <i>Packaging</i>
Proses <i>Heat treatment</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses <i>Shoot blast 2</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses <i>Machining</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses <i>Painting</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses <i>Packaging</i>
Proses <i>Shoot blast 2</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses <i>Machining</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses <i>Painting</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses <i>Packaging</i>
Proses <i>Machining</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses <i>Painting</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses <i>Packaging</i>
Proses <i>Painting</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Proses <i>Packaging</i>

3. Pembobotan Komponen *Humanware*

KRITERIA																			
Manajer <i>Plant</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Manajer/Kepala Departemen	
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Supervisor	
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Karyawan	
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Operator	
Manajer/Kepala Departemen	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Supervisor	
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Karyawan	
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Operator	
Supervisor	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Karyawan	
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Operator	
Karyawan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Operator	

4. Pembobotan Komponen *Infoware*

KRITERIA																			
Infoware Atribut <i>Technoware</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Infoware Pengoperasian <i>Technoware</i>	
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Infoware Perawatan <i>Technoware</i>	
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Infoware Perbaikan Performansi <i>Technoware</i>	
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Infoware Desain <i>Technoware</i>	
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Infoware sebagai Fondasi <i>Humanware</i>	
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Infoware Pendukung <i>Humanware</i>	
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Infoware Pendukung <i>Orgaware</i>	
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Infoware Pengembangan <i>Orgaware</i>	
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Infoware Perawatan <i>Technoware</i>	

KRITERIA																		
<i>Infoware Pengoperasian Technoware</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Infoware Perbaikan Performansi Technoware</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Infoware Desain Technoware</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Infoware sebagai Fondasi Humanware</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Infoware Pendukung Humanware</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Infoware Pendukung Orgaware</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Infoware Pengembangan Orgaware</i>
<i>Infoware Perawatan Technoware</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Infoware Perbaikan Performansi Technoware</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Infoware Desain Technoware</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Infoware sebagai Fondasi Humanware</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Infoware Pendukung Humanware</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Infoware Pendukung Orgaware</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Infoware Pengembangan Orgaware</i>
<i>Infoware Perbaikan Performansi Technoware</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Infoware Desain Technoware</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Infoware sebagai Fondasi Humanware</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Infoware Pendukung Humanware</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Infoware Pendukung Orgaware</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Infoware Pengembangan Orgaware</i>
<i>Infoware Desain Technoware</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Infoware sebagai Fondasi Humanware</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Infoware Pendukung Humanware</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Infoware Pendukung Orgaware</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Infoware Pengembangan Orgaware</i>
<i>Infoware sebagai Fondasi Humanware</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Infoware Pendukung Humanware</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Infoware Pendukung Orgaware</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Infoware Pengembangan Orgaware</i>

KRITERIA																		
<i>Infoware Pendukung Humanware</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Infoware Pendukung Orgaware</i>
<i>Infoware Pendukung Orgaware</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Infoware Pengembangan Orgaware</i>
<i>Infoware Pendukung Orgaware</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Infoware Pengembangan Orgaware</i>

5. Pembobotan Komponen *Orgaware*

KRITERIA																		
<i>Orgaware berhubungan dengan Organisasi Kerja</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Orgaware berhubungan dengan Fasilitas Kerja</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Orgaware berhubungan dengan Evaluasi Kerja</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Orgaware berhubungan dengan Modifikasi Kerja</i>
<i>Orgaware berhubungan dengan Fasilitas Kerja</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Orgaware berhubungan dengan Evaluasi Kerja</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Orgaware berhubungan dengan Modifikasi Kerja</i>
<i>Orgaware berhubungan dengan Evaluasi Kerja</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Orgaware berhubungan dengan Modifikasi Kerja</i>

Gresik, November 2015

()

Halaman ini sengaja dikosongkan

Lampiran 7: Kuisisioner Pembobotan Perbaikan

KUISISIONER PEMBOBOTAN PERBAIKAN



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember



Industrial Engineering
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Penyebaran kuisisioner ini dimaksudkan untuk membobotkan masing-masing kriteria performansi dan usulan rencana perbaikan yang disusun. Kuisisioner ini murni digunakan sebagai pendukung penelitian yang dilakukan oleh penulis yang berjudul “Peningkatan Performansi melalui Implementasi *Lean & Technology Assessment*”. Oleh karena itu, kesediaan Anda untuk mengisi kuisisioner ini sesuai dengan kondisi nyata sangat diharapkan. Atas perhatian dan kesediaannya, saya ucapkan terima kasih.

PETUNJUK PENGISIAN

1. Berilah nilai pada masing-masing kriteria performansi dan usulan rencana perbaikan yang disusun
2. Nilai didasarkan pada preferensi Anda terhadap kriteria dan usulan rencana perbaikan
3. Pedoman pembobotan

Intensitas kepentingan	Keterangan	Penjelasan
1	Kedua elemen sama pentingnya	Dua elemen mempunyai pengaruh yang sama besar terhadap tujuan
3	Elemen yang satu sedikit lebih penting daripada elemen yang lainnya	Pengalaman dan penilaian sedikit menyokong satu elemen dibandingkan elemen lainnya.
5	Elemen yang satu lebih penting daripada elemen yang lainnya	Pengalaman dan penilaian sangat kuat menyokong satu elemen dibandingkan elemen lainnya.

Intensitas kepentingan	Keterangan	Penjelasan
7	Satu elemen jelas lebih mutlak penting daripada elemen yang lain	Satu elemen yang kuat disokong dan dominan terlihat dalam praktek
9	Satu elemen mutlak penting daripada elemen yang lainnya	Bukti yang mendukung elemen yang satu terhadap yang lain memiliki tingkat penegasan tertinggi yang mungkin menguatkan.
2,4,6,8	Nilai-nilai diantara dua nilai pertimbangan yang berdekatan	Nilai ini diberikan bila ada dua kompromi di antara dua pilihan
Kebalikan	Jika untuk aktivitas I mendapat satu angka di banding dengan aktivitas j, maka j mempunyai nilai kebalikannya dibandingkan dengan i.	

Nama :

Jabatan :

1. Pembobotan Kriteria

KRITERIA																			
Performansi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Availabilitas	
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kualitas	
Availabilitas	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kualitas	

2. Pembobotan Usulan Rencana Perbaikan Level Strategis

a. Pembobotan Usulan terhadap Kriteria Performansi

PERFORMANSI																			
Perbaikan sistem <i>reward & punishment</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Perbaikan sistem <i>maintenance</i> di perusahaan	
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Pembuatan sistem informasi terintegrasi level perusahaan	
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Perbaikan <i>layout</i> produksi yang mempertimbangkan keseimbangan lini	
Perbaikan sistem <i>maintenance</i> di perusahaan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Pembuatan sistem informasi terintegrasi level perusahaan	
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Perbaikan <i>layout</i> produksi yang mempertimbangkan keseimbangan lini	
Pembuatan sistem informasi terintegrasi level perusahaan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Perbaikan <i>layout</i> produksi yang mempertimbangkan keseimbangan lini	

b. Pembobotan Usulan terhadap Kriteria Availabilitas

AVAILABILITAS																			
Perbaikan sistem <i>reward & punishment</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Perbaikan sistem <i>maintenance</i> di perusahaan	
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Pembuatan sistem informasi terintegrasi level perusahaan	
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Perbaikan <i>layout</i> produksi yang mempertimbangkan keseimbangan lini	
Perbaikan sistem <i>maintenance</i> di perusahaan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Pembuatan sistem informasi terintegrasi level perusahaan	
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Perbaikan <i>layout</i> produksi yang mempertimbangkan keseimbangan lini	
Pembuatan sistem informasi terintegrasi level perusahaan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Perbaikan <i>layout</i> produksi yang mempertimbangkan keseimbangan lini	

c. Pembobotan Usulan terhadap Kriteria Kualitas

KUALITAS																			
Perbaikan sistem <i>reward & punishment</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Perbaikan sistem <i>maintenance</i> di perusahaan	
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Pembuatan sistem informasi terintegrasi level perusahaan	
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Perbaikan <i>layout</i> produksi yang mempertimbangkan keseimbangan lini	
Perbaikan sistem <i>maintenance</i> di perusahaan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Pembuatan sistem informasi terintegrasi level perusahaan	
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Perbaikan <i>layout</i> produksi yang mempertimbangkan keseimbangan lini	

KUALITAS																		
Pembuatan sistem informasi terintegrasi level perusahaan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Perbaikan <i>layout</i> produksi yang mempertimbangkan keseimbangan lini

3. Pembobotan Usulan Rencana Perbaikan Level Operasional

a. Pembobotan Usulan terhadap Kriteria Performansi

PERFORMANSI																		
Melakukan penjadwalan <i>route</i> fasilitas <i>handling</i> yang digunakan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Penyediaan papan kendali produksi pada tiap proses
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Pembuatan standardisasi materi <i>briefing</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Pembuatan skema pengawasan pelaksanaan SOP
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Melakukan penjadwalan produksi secara detail dan sistematis
Penyediaan papan kendali produksi pada tiap proses	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Pembuatan standardisasi materi <i>briefing</i>
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Pembuatan skema pengawasan pelaksanaan SOP
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Melakukan penjadwalan produksi secara detail dan sistematis
Pembuatan standardisasi materi <i>briefing</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Pembuatan skema pengawasan pelaksanaan SOP
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Melakukan penjadwalan produksi secara detail dan sistematis
Pembuatan skema pengawasan pelaksanaan SOP	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Melakukan penjadwalan produksi secara detail dan sistematis

b. Pembobotan Usulan terhadap Kriteria Availabilitas

AVAILABILITAS																			
Melakukan penjadwalan <i>route</i> fasilitas <i>handling</i> yang digunakan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Penyediaan papan kendali produksi pada tiap proses	
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Pembuatan standardisasi materi <i>briefing</i>	
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Pembuatan skema pengawasan pelaksanaan SOP	
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Melakukan penjadwalan produksi secara detail dan sistematis	
Penyediaan papan kendali produksi pada tiap proses	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Pembuatan standardisasi materi <i>briefing</i>	
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Pembuatan skema pengawasan pelaksanaan SOP	
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Melakukan penjadwalan produksi secara detail dan sistematis	
Pembuatan standardisasi materi <i>briefing</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Pembuatan skema pengawasan pelaksanaan SOP	
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Melakukan penjadwalan produksi secara detail dan sistematis	
Pembuatan skema pengawasan pelaksanaan SOP	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Melakukan penjadwalan produksi secara detail dan sistematis	

c. Pembobotan Usulan terhadap Kriteria Kualitas

KUALITAS																			
Melakukan penjadwalan <i>route</i> fasilitas <i>handling</i> yang digunakan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Penyediaan papan kendali produksi pada tiap proses	
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Pembuatan standarisasi materi <i>briefing</i>	
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Pembuatan skema pengawasan pelaksanaan SOP	
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Melakukan penjadwalan produksi secara detail dan sistematis	
Penyediaan papan kendali produksi pada tiap proses	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Pembuatan standarisasi materi <i>briefing</i>	
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Pembuatan skema pengawasan pelaksanaan SOP	
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Melakukan penjadwalan produksi secara detail dan sistematis	
Pembuatan standarisasi materi <i>briefing</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Pembuatan skema pengawasan pelaksanaan SOP	
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Melakukan penjadwalan produksi secara detail dan sistematis	
Pembuatan skema pengawasan pelaksanaan SOP	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Melakukan penjadwalan produksi secara detail dan sistematis	

Gresik, Desember 2015

()

Halaman ini sengaja dikosongkan

BIOGRAFI PENULIS



Penulis yang bernama lengkap Sri Wahyuni lahir di Nganjuk, 12 Februari 1994. Penulis merupakan anak ke-2 dari empat bersaudara dari Bapak Suryani dan Ibu Jumirah. Penulis tidak memulai pendidikan formal dari Taman Kanak-kanak (TK), melainkan langsung ke Sekolah Tingkat Dasar, yaitu di SDN Kweden, Ngetos pada tahun 2000-2006. Selanjutnya penulis melanjutkan di MTs Negeri Berbek dan lulus pada Tahun 2009. Selanjutnya penulis menimba ilmu di SMA Negeri 2 Nganjuk pada tahun 2009-2012 dan melanjutkan pendidikan di Jurusan Teknik Industri ITS mulai Tahun 2012 melalui jalur Undangan. Selama menempuh masa studi di Jurusan Teknik Industri, penulis turut aktif pada kegiatan-kegiatan organisasi maupun kepanitian untuk dapat mengembangkan kemampuan manajerial penulis. Penulis pernah menjadi staff Departemen Dikesma HMTI ITS 2013/2014, staff Kementerian Perekonomian BEM ITS 2013/2014 dan Kabinet Departemen Dikesma HMTI ITS 2014/2015. Beberapa kepanitian yang pernah diikuti oleh penulis meliputi: *streering committee* IE Games 10th Edition, *streering committee* PAMMITS ITS 2013/2014, dan kepanitian lainnya. Selain aktif dalam organisasi dan kiepanitiaan, penulis juga aktif mengikuti pelatihan LKMM Pra-TD, LKMM TD, dan P3MTI. Selain itu, penulis juga aktif dalam kegiatan laboratorium dengan menjadi asisten Laboratorium Sistem Manufaktur dengan identitas #135. Penulis dapat dihubungi melalui email: swahyuni12@rocketmail.com.